PROMETHEUS

ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

HERAUSGEGEBEN VON DR. A. J. KIESER * VERLAG VON OTTO SPAMER IN LEIPZIG

Nr. 1386 Jahrgang XXVII. 34 20. V. 1916

Die hochexplosiven Körper der Chemie.

Von Dr. Alfred Stettbacher.

Mit vier Abbildungen.

Vielen Laien gilt die Chemie als die Wissenschaft der Überraschungen und Wunder, als eine mehr oder weniger gefährliche Zauberei, als eine Art Stoffbeschwörung oder Substanzrücken, bei der statt des Geistes die Materie spukt und hör- und sichtbar erscheint. Wie vor einem Taschenspielkünstler sieht der Uneingeweihte die unerwartetsten Vorgänge vor sich abspielen; es treten da Wirkungen auf, die nicht nur in keinem Verhältnis zu den veranlassenden Umständen stehen, sondern oft gar keine Ursache zu haben scheinen: rätselhafte Veränderungen und Umwandlungen, begleitet von Licht- und Wärmeerscheinungen, manchmal langsam und zögernd, manchmal aber auch schnell und heftig verlaufend, heftig und plötzlich, gesteigert bis zu Knall und Explosion. Allein nicht alle chemischen Vorgänge nehmen einen so offenen Verlauf, nicht alle Elemente ringen beim Zusammentreffen ihre Kraft so frei und sichtbar aus; es gibt Fälle, wo die Vereinigung kaum wahrnehmbar, lautlos und ruhig stattfindet und so harmlos wie nur möglich zu Ende geht — nicht anders als etwa das Auskristallisieren von Kochsalz oder die Abscheidung von Kalkpulver beim Kochen des Wassers —: aber eine zufällige Berührung, eine Erschütterung, ja selbst nur ein Laut oder ein Sonnenstrahl bewirkt dann plötzlich Explosion. Diese friedlich gebildeten und oft so unschuldig aussehenden, aber unheimlichen Substanzen — das sind die hochexplosiven Körper der Chemie.

Wie so manch andere große Entdeckung, die unerwartet, plötzlich, wie das Spiel einer günstigen Schicksalslaune, dem Schoße des Glücks und des Zufalls entsprungen, ist auch die Entdeckung des ersten Explosivkörpers einem wunderlichen Umstand zu verdanken. Im Jahre 1799 erhielt ein englischer Alchemist, der wohl schon manche Irrfahrt und manches verunglückte Abenteuer im Reiche der chemischen Stoffe bestanden hatte, durch zufälliges Zusammenwirken von Quecksilber, Salpetersäure und Alkohol eine schwere kristalline Substanz, die bei Schlag und Erhitzung mit heftigem Knall explodierte: das K n a l l q u e c k s i l b e r. Damit war die Chemie zum erstenmal in den Besitz eines Explosivkörpers von einheitlicher Zusammensetzung gekommen, eines Explosivstoffs, der nicht, wie das dazumal einzig bekannte Schießpulver, aus einem mechanischen Gemenge dreier verschiedener Stoffe bestand, sondern eine neue chemische Verbindung von durch und durch gleichmäßiger, unteilbarer Beschaffenheit darstellte. Zwar beschränkte sich die Kenntnis explosiver Mischungen zu jener Zeit nicht allein auf das Schwarzpulver, hatte man doch schon früher, etwa um die Zeit der Französischen Revolution herum, auf Betreiben des Chemikers B e r t h o l l e t Versuche mit einem viel kräftigeren, aber auch viel gefährlicheren Schießpulver angestellt, welches an Stelle des beständigen Salpeters das leicht zersetzliche Kaliumchlorat enthielt. Allein diese neue Pulvermischung unterschied sich doch nur gradweise von dem alten Pulver und sollte auch nur als besserer Ersatz für dieses Anwendung finden.

Um so erstaunter stand man nun vor dem eben entdeckten K n a l l q u e c k s i l b e r, das sich mit den wenigen damals bekannten Schieß- und Sprengmitteln in keiner Beziehung vergleichen ließ und hinsichtlich seiner explosiven Eigenschaften eine Heftigkeit offenbarte, gegen die alles bisher Beobachtete erblaßte. Man versuchte, das Knallquecksilber als Treibmittel in Gewehren anzuwenden: die Zersetzung erfolgte jedoch so plötzlich, daß der Lauf zersprang, noch ehe die Kugel in Bewegung geraten war. Ebenso bewirkten Schlag oder Reibung — namentlich zwischen harten Körpern und Me-

tallen — heftige Explosion mit betäubendem Knalle. Als ureigenstes Merkmal dieser Verbindung erkannte man nur zu bald ihre große Empfindlichkeit gegen äußere Einwirkung, d. h. die Eigenschaft, auf irgendeinen kleinen Anreiz sofort mit der ganzen Heftigkeit zu explodieren, und gar mancher, der dazumal, von der Neugierde erfaßt, sich an dieser Substanz als Chemiker versuchen wollte, kehrte mit übeln Erfahrungen von seiner Abschweifung zurück — so auch der nachmals so berühmte Liebig, der einst als junger Apothekerlehrling das ganze Haus seines Lehrmeisters ins Wanken brachte.

Bald nach der Entdeckung des Knallquecksilbers gelang es, auf ganz ähnliche Weise ein Knallsilber herzustellen, welches dem Knallquecksilber nach Bildung und Eigenschaften zwar nahe verwandt war, jedoch dessen Explosivität in noch höherem und gefährlicherem Maße zeigte. Und seitdem, in der glänzenden Folgezeit, als die Chemie nach gewaltigem Aufschwung zur umfassenden Wissenschaft sich auszubreiten anfing, verging fast kein Jahrzehnt mehr, ohne daß nicht eine neue, womöglich noch gefährlichere Verbindung dieser Art zutage gefördert wurde. Von solchen hochexplosiven Substanzen sind als Hauptvertreter, als charakteristische Typen, folgende zu nennen:

Aus dem anorganischen Körperreich:

Chlorstickstoff, NCl_3,
Jodstickstoff, NJ_3,
Stickstoffwasserstoffsäure, HN_3, und deren Salze,
Silberazid, AgN_3,
Bleiazid, $Pb(N_3)_2$.

Aus dem organischen Reich das altbekannte

Knallquecksilber, $Hg(CNO)_2$, und
Knallsilber, $AgCNO$, dann das
Acetylensilber, $C_2HAg \cdot AgNO_3$(?),

ferner die lange Reihe der

Diazoverbindungen, z. B. Nitrodiazobenzolperchlorat, $C_6H_4NO_2N_2—ClO_4$,

und die Gruppe der

Peroxyde, z. B. Hexamethylentriperoxyddiamin, $N(CH_2—O—O—CH_2)_3N$,

um gerade einige der heftigsten anzuführen.

Alle die genannten Verbindungen neigen außerordentlich zu explosiver Zersetzung, sind darum höchst gefährlich in der Handhabung*) und niemals als Sprengmittel verwendbar. Ein geringfügiger Anlaß — schwacher Schlag mit einem metallenen Gegenstand, Reibung oder Funke — führt unfehlbar zur Explosion, ja einige dieser Körper sind derart empfindlich, daß sie schon bei Berührung mit einer Federfahne detonieren, wie Jodstickstoff. Das schwarze Pulver dieser Verbindung besitzt außerdem die merkwürdige Eigenschaft, durch die Schallwellen seines eigenen Knalls oder durch Anstreichen von Tönen mit hoher Schwingungszahl zum Auffliegen gereizt zu werden. Andere explodieren gar von selbst, scheinbar ohne äußere Ursache, wie Chlorstickstoff oder wasserfreie Stickstoffwasserstoffsäure. Dulong, der Entdecker des Chlorstickstoffs, verlor ein Auge bei der Bekanntschaft mit dieser Substanz; er verheimlichte lange Zeit seine Entdeckung, damit dieses gefährliche Öl nicht noch weiteres Unheil stifte. Dieses menschenfreundliche Verhalten hatte jedoch zur Folge, daß der zweite Entdecker des Chlorstickstoffs ebenfalls schwer verletzt wurde.

Der Chlorstickstoff stellt ein gelb bis braun gefärbtes Öl dar, das in Wasser untersinkt und, außer seiner unheimlichen Eigenschaft, sich durch einen heftigen Geruch verrät, der die Nase rechtzeitig vor dem drohenden Unheil warnt. Es ist schon vorgekommen, daß sich in Fabriken ungewollterweise größere Mengen dieses Öles bildeten. In solchen Fällen bleibt natürlich nichts anderes übrig, als sich schleunigst aus den betreffenden Räumen zu entfernen und das Sprengöl auf irgendeine Weise durch Explosion zu vernichten. Über die Explosionswirkung dieser Substanz gehen mehrere Sagen herum: eine davon, die oft in Gymnasien erzählt wird, berichtet von einem Tropfen, der auf eine 10 cm dicke Gußeisenplatte herabgefallen, diese mit solcher Wucht zerschmettert habe, daß ein großes schweres Stück derselben noch durch die Mauer des Hauses gedrungen sei. Solch fabelhaften Sprenggewalten begegnet man selbstverständlich nirgends als im Kopfe der Erzähler.

Genauer unterrichtet ist man über die Stickstoffwasserstoffsäure, die im Jahre 1890 von Curtius entdeckt und ihrer beispiellosen Explosivität wegen bis heute nur zweimal in

*) An dieser Stelle drängt sich mir eine Bemerkung auf, die ich als ernste Mahnung nicht unterdrückt haben möchte. Vielleicht könnte den einen oder anderen Leser die Versuchung anwandeln, sich selber mit derartigen Experimenten abzugeben und seine Kunst mit der Herstellung dieses oder jenes Explosivkörpers zu versuchen — letzteres um so mehr, als es auch dem Laien nicht schwer fallen dürfte, nach leicht erhältlicher Vorschrift einige der erwähnten Substanzen von sich aus zu bereiten. Davor sei ausdrücklich gewarnt. Solche Sekundanerexperimente mögen hier und da gelingen und je nach Glück und Zufallslaune auch harmlos verlaufen; allein die Gefahr bleibt für den Ungeübten und Sachunkundigen immer so groß, daß von der Vornahme solcher Versuche nicht eindringlich genug abgeraten werden kann. Selbst der Chemiker wird sich meistenteils vor solchen Ausschweifungen hüten; es sei denn, daß ihm an der Unversehrtheit des Trommelfells und der Vollzähligkeit der Finger nicht besonders gelegen ist.

reinem Zustande dargestellt worden ist: das erstemal vom Entdecker selber und dann nochmals von Dennis und Isham im Jahre 1907. Diese Substanz, eine wasserhelle, bei 37° siedende Flüssigkeit von unerträglichem Geruch, ist gegen äußere Einflüsse höchst empfindlich und kann mitunter aus unbekannten Ursachen von selbst explodieren. Ein Experimentieren mit ihr darf nur unter besonderen Vorsichtsmaßregeln geschehen und ist auch dann noch lebensgefährlich. Als der Entdecker ein mit 0,7 g wasserfreier Stickstoffwasserstoffsäure gefülltes Röhrchen aus einer Kältemischung herausnahm, explodierte der Inhalt son selbst mit furchtbarer Gewalt: die entstehenden Glassplitter besaßen trotz der staubförmigen Feinheit eine derartige Durchschlagskraft, daß sie selbst entfernter stehende, dickwandige Glasflaschen beiderseits glatt durchschlugen unter Bildung stecknadelfeiner, kaum wahrnehmbarer Löcher. Mit dem Reste der damals dargestellten wasserfreien Säure versuchte Curtius noch die Dampfdichte zu bestimmen: es gelang ihm glücklich, die Substanz mit der Pipette in ein Röhrchen überzufüllen, abzuwägen und in ein Barometerrohr einzuführen; jedoch in demselben Augenblick, als das etwa 0,05 g Säure enthaltende Fläschchen die Quecksilberoberfläche berührte, erfolgte eine unbeschreiblich heftige Explosion, wobei der Apparat zu Staub zertrümmert und das Quecksilber in äußerst feiner Zerteilung bis in die entferntesten Stellen des großen Zimmers verbreitet wurde.

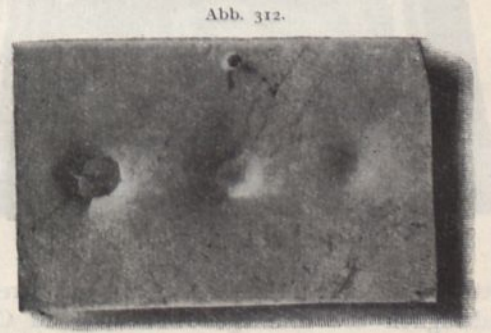
Bekannter in seiner Wirkung ist das Knallsilber, welches in Form von Knallerbsen, Knallfidibus und anderen knallenden Attrappen vielfach zu Scherzartikeln benutzt wird und neben viel Spaß oft auch schon viel Unheil angerichtet hat. Wenige Hundertstel Gramm dieser Substanz explodieren mit pistolenschußähnlichem Knalle, meistens unter Beschädigung der Unterlage; entzündet man beispielsweise 0,03 bis 0,04 g reines trockenes Knallsilber auf einer Blechunterlage von $^1/_{10}$ mm Dicke, so wird dieselbe glatt durchschlagen. Weit mächtiger noch als das Knallsilber explodieren die Diazobenzolperchlorate, welche — namentlich in Gestalt des sauerstoff- und stickstoffreichen Nitrodiazobenzolperchlorats — zu den heftigsten Explosivkörpern überhaupt gehören. Die Zersetzungsgeschwindigkeit des Nitrodiazobenzolperchlorats ist ungefähr gleich groß wie die des Knallsilbers, aber sein Energieinhalt beträgt mindestens das zwei-, vielleicht das dreifache desselben: darum der fürchterliche Knall, die ohrengefährdende Lufterschütterung, womit schon wenige Zentigramme dieser Substanz detonieren. —

Der Explosionsschall ist überhaupt ein sehr bezeichnendes Merkmal; viele dieser Körper lassen sich gleichsam an ihrer Knallfarbe erkennen. So erzeugt Acetylensilber einen hohen, scharf und spitz ausgellenden, Bleiazid einen dumpfen, unverschämt hallenden Knall, während die Diazoperchlorate trotz ihres mächtigen betäubenden Lautes die Gehörnerven weniger verletzen. Der Knall des Nitrodiazobenzolperchlorats verhält sich zu dem Knall der übrigen Explosivkörper wie der Knall überschlagender Funken an einer Elektrisiermaschine nach und vor Einschaltung von Leydener Flaschen. Dieser Vergleich ist um so zutreffender, als alle diese Substanzen in kleinen Mengen (Stäubchen, Kriställchen, Bruchteilen eines Milligrammes) mit den reibungselektrischen Entladungen zum Verwechseln ähnlich knistern und knallen.

Das Nitrodiazobenzolperchlorat kann durch Diazotieren von m-Nitranilin in perchlorsaurer Lösung verhältnismäßig leicht und billig hergestellt*) werden. Es bildet eine schwach gelbe, lockere, filzige Kristallmasse, die schon durch geringfügigen Druck oder Reibung sowie durch Erwärmen auf 154° mit größter Gewalt explodiert. Noch empfindlicher ist der einfachste Vertreter dieser Körperklasse, das Benzoldiazoperchlorat, dessen Verpuffungspunkt bei 85° liegt, und dessen lange, farblose Kristallnadelspieße schon beim Auffallen auf Holz, ja, wenn sie genügend lang und ausgebildet sind, sogar schon beim Zerbrechen explodieren können.

Abb. 312 veranschaulicht das Durchschlagsvermögen von je 0,05 g Bleiazid,

Abb. 312.



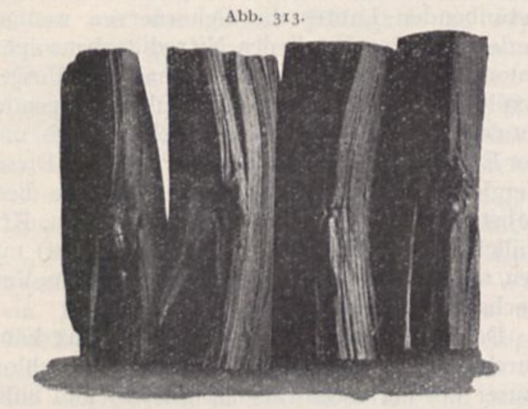
0,05 g Bleiazid, 0,05 g Knallsilber und 0,05 g Nitrodiazobenzolperchlorat.

Knallsilber und Nitrodiazobenzolperchlorat auf 0,6 mm dickem Eisenblech. Während Bleiazid die Unterlage glatt durchschlägt, erzeugen die beiden anderen Explosivkörper nur Ausbuchtungen, da die Schnelligkeit ihrer explosiven Zersetzung, die Detonationsgeschwindigkeit, derjenigen des Bleiazids nachsteht. Grundverschieden aber fallen die Versuche aus,

*) Eine ausführliche Beschreibung dieser und anderer hier angeführten Verbindungen findet sich in der *Zeitschrift für das gesamte Schieß- und Sprengstoffwesen*, Jahrgang 1916, Nr. 1, 3 und 9.

wenn der Energieinhalt dieser Verbindungen zur Geltung kommt; da ist die Wirkung gerade entgegengesetzt. Abb. 313 und 314 zeigen die Sprengstücke zweier Tannenholzprismen

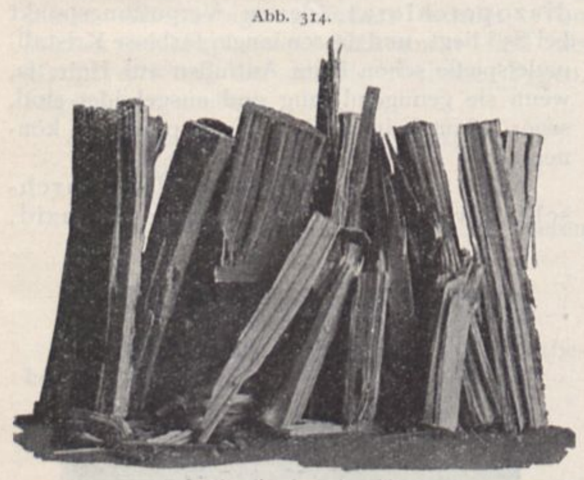
Abb. 313.



0,2 g Bleiazid.

(4×4×9 cm), die unter gleichen Bedingungen mit je 0,2 g Bleiazid und Nitrodiazobenzolperchlorat beschossen wurden: die vielen kleinen und kleinsten, dazu noch in der

Abb. 314.



0,2 g Nitrodiazobenzolperchlorat.

Mitte geknickten Holzsplitter offenbaren recht eindringlich die überlegene Kraft- und Gasentwicklung der organischen Diazoverbindung gegenüber dem anorganischen Bleisalz.

(Schluß folgt.) [850]

Die Schornsteinheizungen der alten Römer.

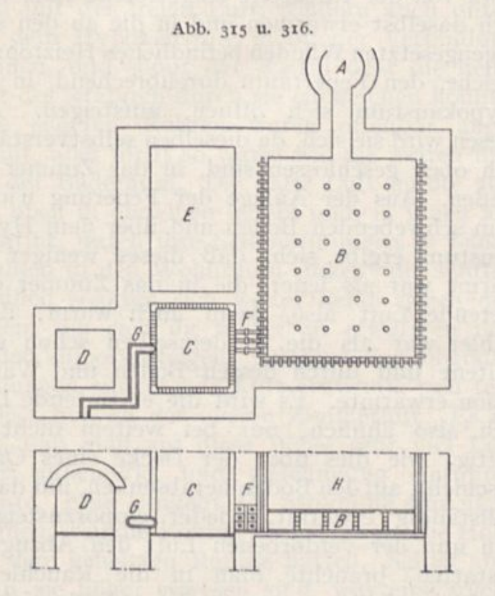
Von Badermann.

Mit fünf Abbildungen.

Mit einem großen Aufwand von Scharfsinn und Mühe wurde seinerzeit in Gelehrtenkreisen ein Streit über die Frage geführt, ob die Alten bei ihren Häusern wohl Schornsteine gehabt hätten oder nicht. Dieser Streit hatte zweifellos etwas sehr Erheiterndes. Die einen wollten den Rauch durch Fenster, Maueröffnungen, Dächer usw. hinausgeleitet wissen, die anderen wollten ihn absolut durch den Schornstein fortbringen. Währenddessen waren aber beide Parteien vollständig einig darüber, daß er nicht durch Fenster, nicht durch andere Maueröffnungen, nicht durch Dächer, noch durch Schornsteine sich entfernte, sondern — durch die Heizröhren. Die letzteren, in den Häusern der Ärmeren und in den großen römischen Mietskasernen in primitivster Weise angebracht, hätten schließlich auch als einfache Schornsteinkonstruktion angesehen werden können, da in diese Heizröhren verschiedene Feueröffnungen münden können, aber die gesamte Anlage war doch eine ganz andere und diente hauptsächlich der Heizung und Ventilation der Wohnungen. Man wird sich wohl zu der Annahme berechtigt halten können, daß die Alten schwerlich die Grundsätze einer sparsamen, rationellen Heizung kannten, viel weniger aber das Bedürfnis einer wirksamen Ventilation fühlten und demselben gerecht zu werden suchten. Diese Annahme wird nicht allein deswegen gerechtfertigt erscheinen, weil man ihr die wissenschaftliche Einsicht abspricht, sondern auch deswegen, weil wohl kaum so häufig so viele Menschen in einem abgeschlossenen Raum zusammen zu sein genötigt waren, wie dies heutzutage in unseren gesellschaftlichen und vornehmlich klimatischen Verhältnissen der Fall ist. Die Überreste der alten Heizungs- und Lüftungseinrichtungen, welche uns als Anhaltspunkte dienen, stammen fast durchschnittlich von Häusern wohlhabenderer Leute, von Villen und hauptsächlich von römischen Bädern. Letztere finden sich denn auch in reichlicher Anzahl vor, nicht allein in den wärmeren Gegenden Italiens, wo die Heizung der Wohnung eine minder bedeutende Rolle spielte, sondern auch in den weiter nördlich gelegenen Zonen, wie namentlich in Deutschland und Frankreich. Die in Pompeji und Herkulanum aufgefundenen Bäder sind fast ganz erhalten. Außerdem sind Überreste in Rom und dessen Umgebung, Scrofano usw., aufgefunden worden. Die Überreste bei Badenweiler, Oehringen, Lichtenberg, Zweibrücken, Luxweiler, im Odenwalde, in Mainz, Metz usw. deuten alle im allgemeinen auf dieselbe Heizmethode hin, lassen aber trotzdem im einzelnen mancherlei Verschiedenheiten erkennen, deren genauere Untersuchung unsere Begriffe vom Scharfsinn der Alten wesentlich zu steigern geeignet ist. Schon Winkelmann machte bei der Beschreibung eines Winteraufenthaltes in der Villa Tusculana am Abhange eines Hügels bei Herkulanum die Bemerkung, „daß die wohlhabenderen Leute unter den Alten besser gegen die Kälte verwahrt waren als wir. Ihre Öfen heizten die Stube, ohne daß die Hitze dem

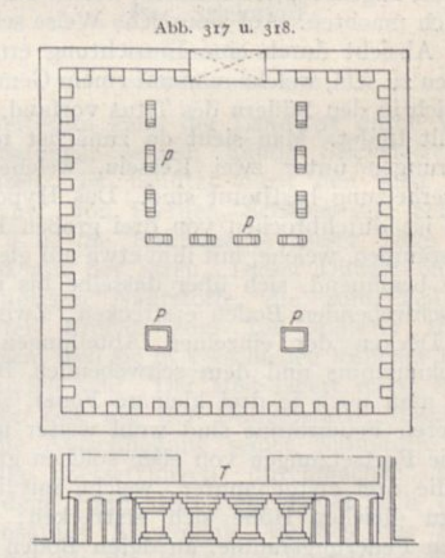
Kopfe beschwerlich fiel". Das Gebäude ist niedrig. Unter der Erde befindet sich ein Raum von der Ausdehnung des darüber befindlichen Zimmers. Diesen Raum nannte man das Hypokaustum. In der Abb. 315 sieht man, mit *B* bezeichnet, den Grundriß, in Abb. 316, mit *B* bezeichnet, den Aufriß eines solchen, wie es sich zu einem Bade zu Lichtenberg vorfand.

Abb. 315 u. 316.



In diesem Raum stehen kleine Pfeiler aus Ziegeln, 24 an der Zahl und etwa 70 cm hoch, die — ohne Kalk — bloß mit Ton verbunden sind, damit sie der Hitze besser widerstehen. Auf diese kleinen Pfeiler sind Ziegel gelegt, und auf diesen Ziegeln ruht der Fußboden des niedrigen Zimmers, „der schwebende Boden" oder auch „Heizboden" (*Suspensurae caldariorum, Balinae pensiles*) genannt. Er ist von grober Musivarbeit; die Wände sind mit verschiedenem Marmor belegt. In diesen Fußboden sind viereckige Röhren eingemauert, deren Mündungen in das Hypokaustum ausgehen. Diese Röhren laufen innerhalb der Mauern des Zimmers empor bis in das Zimmer des zweiten Stockwerks, welchem sie die Hitze durch eine Art aus Ton gebrannter Löwenköpfe, welche mit Stöpseln versehen sind, abgaben. In das Hypokaustum mündet ein schmaler Gang. An dem anderen Ende dieses Ganges war der Ofen oder vielmehr der Feuerherd (*Hypocausis, praefurnium*), auf Abb. 315 mit *A* bezeichnet, von welchem die Hitze durch den Gang in das Hypokaustum, von da in die Röhren emporzog, so daß zuerst der Boden, dann die Wände erwärmt wurden. Der Boden des zweiten Stockes, wohl von ähnlicher Beschaffenheit wie der des ersten, nur vielleicht dünner, wurde durch die Luft dieses Stockes erwärmt. Eine solche allseitige gleichmäßige Erwärmung wurde nicht etwa zufällig erreicht, sondern absichtlich erstrebt. „Dergestalt", sagt Seneca, „wird das Unterste und Oberste gleichmäßig erwärmt." Während diese Einrichtung zur Heizung eines Wohnraumes diente, mußten die weiteren die Heizung von Bädern, und zwar des wichtigsten Teils derselben, des sog. „Heißzimmers" oder „Caldariums", bewerkstelligen. In Abb. 315 und 316 des Lichtenberger Bades mit den korrespondierenden Buchstaben bedeuten bzw. bezeichnen: *A* die Hypokausis oder den Feuerherd, *B* das Hypokaustum, von drei Seiten mit Röhren umgeben, *C* das Tepidarium, das sog. lauwarme Badegemach, *D* das Elanothesium, d. i. die Kammer zum Salben, *E* das Apodyterium, den Ort, wo man sich auskleidete, oder vielleicht auch das Frigidarium oder Abkühlzimmer, *F* die Röhrenleitung aus dem Hypokaustum in das Tepidarium, um diesem die Wärme zuzuführen, *G* einen Kanal, um äußere Luft mittels eines Hahnes in das Tepidarium einzulassen. Das Bad zu Buxweiler im Elsaß hatte eine von obiger etwas abweichende Einrichtung. Abb. 317 stellt den Grundriß, Abb. 318 den Aufriß derselben dar. Die zehn mit *p* bezeichneten kleinen Pfeiler von etwa einem Meter Höhe umgrenzen den Raum, in welchem wahrscheinlich das Feuer gemacht wurde. *PP* bezeichnen zwei starke Pfeiler. Die Heizröhren standen hier nicht, wie in der obigen Einrichtung des Lichtenberger Bades, dicht nebeneinander, sondern sie waren durch Zwischenräume voneinander getrennt. Sie hatten keine Seitenöffnungen. Nachdem also der schwebende Boden

Abb. 317 u. 318.

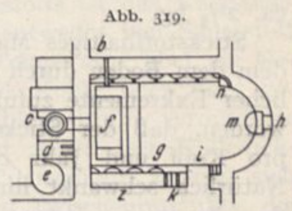


gewärmt war, zog der Rauch durch diese Röhren empor und entfernte sich durch die oberen Öffnungen derselben. Es wurden hier alle vier Wände gewärmt. Die Eingangstüre *T* befand sich über dem Feuerraum, also an derjenigen Stelle des schwebenden Bodens, die wohl über die Temperatur der anderen Stellen erwärmt

war und durch die von dieser einströmende Luft wieder zur gleichmäßigen Temperatur herabgestimmt wurde. Nicht immer jedoch waren die Wärmeleiter solche Röhren. Die pompejanischen öffentlichen Bäder hatten z. B. eine Doppelwand aus gebrannten Ziegeln, welche etwa 10 cm von der Hauptwand abstand und an dieser mittels Nasen oder eisernen Klammern befestigt war, so daß der ganze Raum von einer einzigen warmen Luftsäule umgeben wurde. In diesen Einrichtungen war also für eine gleichmäßige Erwärmung, besonders des Bodens, vortrefflich gesorgt, aber man bemerkt keine Vorrichtung zur Ventilation. Doch zeigt die Einrichtung des Lichtenberger Bades, daß man das Bedürfnis, frische Luft zuzuführen, gekannt hatte, denn in das Tepidarium, das lauwarme Badezimmer, mündet ein Kanal, welcher dazu bestimmt war, Luft in dasselbe einzulassen. Ebenso kannte man, wie weiter unten ausgeführt wird, das Bedürfnis, verdorbene oder zu heiße Luft abzuführen, und man leistete ihm Genüge. Beide Bedürfnisse mußten sich namentlich in dem Caldarium, dem Heißzimmer, geltend machen. Es versteht sich aber von selbst, daß man in diesem Raum namentlich mit der Zufuhr von frischer Luft vorsichtig zu Werke gehen mußte. Ein mächtiger Strom ganz kalter oder überhaupt nur niedriger temperierter Luft hätte auf die schweißtriefende Menge offenbar nicht allein unangenehm, sondern auch höchst nachteilig gewirkt. Man mußte der eintretenden Luft die Eigenschaften nehmen, welche sie empfindlich machten. Auf sinnreiche Weise scheint diese Absicht durch eine Einrichtung erreicht worden zu sein, welche man auf einem Gemälde, das sich in den Bädern des Titus vorfand, dargestellt findet. Man sieht da zunächst rechts Feuerungen unter zwei Kesseln, welche zur Wasserheizung bestimmt sind. Das Hypokaustum ist durchbrochen von drei großen Feuerungsräumen, welche, mit ihm etwa auf gleicher Höhe beginnend, sich über dasselbe bis unter den schwebenden Boden erstrecken. Zwischen den Decken der einzelnen Abteilungen des Hypokaustums und dem schwebenden Boden sieht man noch je drei kleinere Feuer. Diese kleineren Feuerräume sind wohl weiter nichts als die Fortsetzungen von eben solchen großen wie die drei erstgenannten, welche mit ihnen bis zu gleicher Höhe sich erstrecken; diese großen Feuerungsräume, an deren Boden man das Brennmaterial liegen sieht, biegen sich über dem Hypokaustum rechtwinklig um und setzen sich dann horizontal zwischen dessen Decke und dem schwebenden Boden in der Ausdehnung fort, wie es der Durchschnitt der kleineren Räume, ohne eingezeichnetes Brennmaterial, darstellt. Die Ausmündung dieser horizontalen Feuerwege ist in den Heizröhren zu suchen, die an der hinteren Wand wohl emporziehen. Auf der linken Seite des Gemäldes sieht man Öffnungen in einiger Entfernung über dem Boden. Durch diese Öffnungen, welche schief abwärts gehen und unter der Decke des Hypokaustums einmünden, tritt wohl die frische Luft in dasselbe ein. Die von da und auf dieselbe Weise etwa von der Rückseite eingetretene Luft wird sich daselbst erwärmen und in die an den entgegengesetzten Wänden befindlichen Heizröhren, welche, den Feuerraum durchbrechend, in das Hypokaustum sich öffnen, aufsteigen. Aus diesen wird sie sich, da dieselben selbstverständlich oben geschlossen sind, in das Zimmer ergießen. Aus der Anlage der Feuerung unter dem schwebenden Boden und über dem Hypokaustum ergibt sich, daß dieses weniger erwärmt war als jener, die in das Zimmer eintretende Luft also, wenn auch warm, doch kühler war als die in demselben schon enthaltene und durch dessen Boden und Wände schon erwärmte. Es wird die eintretende Luft sich also ähnlich, nur bei weitem nicht so heftig, wie dies über der Decke eines Ofens geschieht, auf den Boden herabsenken, um dann, vollständig erwärmt, wieder emporzusteigen. Um nun der verdorbenen Luft den Abzug zu gestatten, brauchte man in die Rauchleiter nur kleine Öffnungen zu machen. Auch reichten für viele Fälle schon die Poren des sehr porösen Tones aus. Die Überreste der Bäder bei Badenweiler im Schwarzwald lassen auf eine ähnliche Einrichtung schließen. Die Einrichtung der Bäder zu Mainz und Metz ist ähnlich der der Villa Tusculana; der schwebende Boden des ersteren ruhte auf 17 zweifüßigen Pfeilern, war etwa 45 cm dick und bestand aus zerhackten Ziegelsteinen, Kalk und Sand, sehr fest zusammengepreßt. Der Heizboden des sehr großen Metzer Bades ruhte auf 172 kleinen Säulen und war von ähnlicher Dicke und Beschaffenheit. Hieraus ergibt sich, daß alle Heizböden aus guten Wärmeleitern bestanden. In Metz waren alle vier Wände mit Röhren versehen; in Mainz war — wie dies gewöhnlich der Fall, wenn nur drei Seiten besetzt waren — die Seite frei, auf welcher sich die Feuerung befand. Diese Röhren hatten nun eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit. Die Kacheln nämlich, aus welchen man sie zusammengesetzt hatte, waren sowohl im Querdurchschnitt als in der Höhe von zweierlei Höhe. Sie waren auf zwei gegenüberstehenden Wänden mit kleinen Öffnungen versehen. Auf der Frankfurter Bibliothek befinden sich zwei solcher Kacheln von einem anderen Bade. Die Röhren haben mit Zwischenräumen, wie in Buxweiler, so gegenüber der Wand gestanden, daß die Öffnungen in das Zimmer gingen. Es ist nun guter Grund, anzunehmen, daß, während die engeren Röhren an ihrem oberen Ende mit

der freien Luft in Verbindung standen, das untere den Heizboden nicht durchbrach, sondern auf demselben aufstand, oder auch, daß es ihn wohl durchbrach, aber auf dem Boden des Hypokaustums aufstand, daß die untere Öffnung sowohl als auch die im Hypokaustum befindlichen Seitenöffnungen verschlossen waren; daß dagegen die weiten Röhren nicht allein oben mit der freien Luft, sondern auch unten mit dem Hypokaustum in offener Verbindung standen, und somit der Rauch oder die heiße Luft des letzteren durch sie entweichen konnte. Jene engeren Röhren waren offenbar angewärmt, aber nicht so warm wie die weiten und wie der Baderaum. Die kalte Luft mußte also von oben in dieselben herein und, in ihnen angewärmt, durch ihre Seitenöffnungen in feinen Strahlen in den Wohnraum sinken; die sanften Strahlen senkten sich weiter herab gegen den Boden, um sich da weiter zu erwärmen und wieder emporzusteigen. Die aus den obersten Öffnungen eintretende Luft erwärmte sich teilweise schon an der oberen Zimmerluft. Es ist klar, daß man auf diese Weise sehr viel Luft ganz unbemerkt und gleichmäßig einführen konnte. Eine Umkehr der Strömung war nicht möglich, weil die Röhren höchstens gleiche Höhe mit dem geheizten Raume hatten. Selbst aber wenn sie höher gewesen sind, war eine solche Umkehr doch nicht möglich, weil die Hitze des Hypokaustums nicht in sie eintreten konnte. Durch die Seitenöffnungen der größeren wärmeren Röhren mußte die verdorbene Luft des Raumes abziehen. Es war nicht zu fürchten, daß etwa der Rauch in das Zimmer zurückströmte. Ein Windstoß, der bei unseren Einrichtungen Rauch dadurch in das Zimmer jagt, daß er auf den Schornstein, nicht aber in gleicher Weise auf die Feueresse wirken kann, solange die entsprechenden Fenster verschlossen sind, konnte dort nicht Ähnliches bewirken. Denn indem er gleichzeitig auf die benachbarten Öffnungen der Zuleitungs- und Ableitungsröhren wirkte, wurde diese Wirkung nach unten in letzterer durch die Strömung im entgegengesetzten Sinne vermindert, in ersterer durch die im selben Sinne aber vermehrt, d. h. es wurde mehr frische Luft zugeführt, und der Rauch wurde energischer vom Zimmer abgehalten. Eine eigentümliche Einrichtung hat das Badezimmer eines bei Pompeji aufgefundenen Landhauses. An zwei Wänden ziehen sich, wie man aus dem Grundriß der Badeeinrichtung dieses Landhauses in Abb. 319 ersieht, Röhren hinauf. Vor diesen befindet sich aber, einen Zwischenraum lassend, noch eine Ziegelwand. Von jeder Kachel der Röhre geht ein Kanälchen durch den Zwischenraum und die Ziegelwand wagerecht hindurch. Es ist anzunehmen, daß der Rauch in diesem Zwischenraum emporzog. Seine Wärme wurde für das Zimmer vollständig verwertet. Waren nun die Röhren unten abgeschlossen und oben offen, so mußte die kalte Luft in dieselben herein und, in ihnen vorgewärmt, in das Zimmer hinabsinken. In der Decke war ein Abzugskanal angebracht, durch welchen die heiße Luft abziehen konnte. Diese Einrichtung fand sich auch in einem Badehause zu Scrofano, unweit von Rom, und scheint überhaupt sehr verbreitet gewesen zu sein. Auf dem gegebenen Grundriß bezeichnen die betreffenden Buchstaben: *b* eine Röhre zum Einlassen von Wasser, welches innerhalb der Mauern bis zu *c*, den Kesseln, und von da nach *f*, der Badewanne, floß; *d* ist der Ofen zum Kochen der Speisen, *e* ebenfalls ein Ofen, *g* sind Heizröhren und Ziegelwand, *i* eine Tür, *k* eine kleine Öffnung in der Mauer, in welche die Lampe gestellt wurde, welche das Zimmer ableuchten sollte, und welche von *z* her Luft erhielt. An der Innenseite befand sich wahrscheinlich ein Fenster, um zu verhüten, daß die Lampe durch die Dämpfe ausgelöscht wurde. *m* ist eine Schale, in welche kaltes Wasser durch die Röhre *n* aus dem Behälter floß. *h* bedeutet ein Glasfenster, welches die Nische erhellte. [623]

Abb. 319.



Der Stickstoff.

Von Adolf H. Braun.

(Schluß von Seite 515.)

Weiterhin kann der Landwirt durch Wirtschaftsdünger seinem Lande Stickstoffersatz zuführen. Er benutzt dazu den Mist vom Rindvieh, von Pferden, Schafen und Schweinen, d. h. die Exkremente dieser Tiere vermischt mit der Streu. Dieser Dünger enthält alle nötigen Nährstoffe, die zum Teil der nächsten Frucht, zum Teil späterer zugute kommen, weil sie in verschieden löslicher Form vorhanden sind. Der Mist lagert meist zuerst längere Zeit auf der Düngerstätte, damit er für die Aufschließung seiner Nährstoffe notwendige Zersetzungen durchmachen kann. Aus dem Harn der Tiere bildet sich dabei kohlensaures Ammoniak, welches das Stroh löst und für die Bakterien angreifbar macht. Es treten nun aber auch hier unter der Bakterienwirkung erhebliche Stickstoffverluste ein, da bei der Zersetzung des Mistes sich Stickstoff als Gas oder in der Form von Ammoniak verflüchtigt. Diese Verluste lassen sich dadurch herabsetzen, daß der Mist auf der Düngstätte fest und feucht geschichtet wird, wodurch

man den Luftzutritt möglichst vermeidet. Durch feste Schichtung und Feuchthaltung des Mistes allein schon wird einer zu großen Stickstoffabgabe an die Atmosphäre vorgebeugt, die Zersetzung der organischen Substanzen geht langsamer vor sich, so daß noch genügendes Stickstoffmaterial auf den Acker kommt. In 1000 kg Stallmist sind durchschnittlich ca. 5 kg Stickstoff enthalten. In der Jauche, die aus den flüssigen Ausscheidungen des Tieres und den ausgelaugten Stoffen des Mistes besteht, beträgt der Stickstoffgehalt in 1000 l ca. $2^1/_2$ kg.

Stickstoffhaltiges Material läßt sich außerdem dem Boden durch Einverleibung menschlicher Exkremente zuführen. Es ist berechnet worden, daß der Stickstoffwert der Fäkalien pro Kopf und Jahr ca. 5 Mark ausmacht. Natürlich schwankt ihr Stickstoffgehalt nach der Zusammensetzung der aufgenommenen Nahrung. Die Düngung mit menschlichen Fäkalien wird besonders auf Gemüsefeldern angewendet. Man verwendet entweder den Inhalt von Abortgruben, oder man bringt, wo Kanalisation besteht, die Exkremente durch Anlage von Rieselfeldern auf die Ländereien. Die stickstoffhaltigen Bestandteile werden hierbei wieder durch Bakterien zerlegt und von den Pflanzen zum Aufbau ihres Körpers verwendet. Zweckmäßig lassen sich die Exkremente auch mit anderen Substanzen zu Kompost verarbeiten, der einen besonders stickstoffhaltigen Dünger darstellt.

Trotzdem durch diese Düngverfahren dem Boden große Ersatzmassen für den entzogenen Stickstoff wieder zugeführt werden, besteht begründete Gefahr, daß er sich schließlich an diesem für das vegetative und animalische Leben so überaus wichtigen Stoffe erschöpft. Es wurde schon mehrfach betont, daß beim Kreislauf des Stickstoffs beständig Verluste vorkommen, die durch Umwandlung elementaren Stickstoffs in gebundenen und durch natürliche und künstliche Düngung nicht wettgemacht werden können. Denn gerade in unserer Zeit werden infolge des Bevölkerungszuwachses Anforderungen an die Produktivität des Bodens gestellt, die zu einem landwirtschaftlichen „Raubbau" führen müssen, wenn es nicht gelingt, dem Boden ausreichenden Ersatz für die verlorenen Nährstoffe zuzuführen. Rau, der den Stickstoffgehalt der deutschen Ernte auf 2,5 Mill. Tonnen im Jahr berechnet, gibt an, daß von dieser Summe 1,5 Mill. Tonnen wieder durch Düngung dem Boden zurückgegeben werden, während 1 Mill. Tonnen durch Ausfuhr der Landwirtschaft entzogen wird. Schon Liebig wies darauf hin, daß die Stallmistdüngung unzureichend sei. Man hat sich daher nach weiteren künstlichen Düngemitteln umgesehen. Mit der Zeit hat sich eine große Industrie gebildet, welche der Versorgung des Bodens mit Ersatzstoffen dienstbar ist.

Was die Versorgung mit stickstoffhaltigen Substanzen angeht, so hat man schon verhältnismäßig früh neben Stalldünger dem Boden Salpeter zugeführt, der in regenarmen Ländern, wie z. B. Indien und Ägypten, in fester Form an Felsen auswittert. Er wurde zu Anfang des 19. Jahrhunderts in Europa in sog. Salpeterpflanzungen und -siedereien hergestellt. Es ist klar, daß sich dieser sog. Plantagensalpeter zu dem enormen Stickstoffbedarf verhält wie der Tropfen zum heißen Stein. Ebenso spielt der aus den Exkrementen von Seevögeln bestehende, bis zu 14% Stickstoff enthaltende Guano, den schon die Inkas zur Düngung ihrer Felder heranzogen, nur eine untergeordnete Rolle bei der Stickstoffdüngung. Humboldt wies schon auf die Bedeutung dieser Exkremente hin, in den Handel gelangten sie aber erst 1841. Immerhin beträgt der Guanoverbrauch — einschließlich des sog. Fischguanos, der aus Fischabfällen in Norwegen hergestellt wird — in Deutschland gegen 50 000 Tonnen jährlich. Der Stickstoffgehalt des Vögelguanos hat übrigens in den letzten Jahrzehnten aus unbekannten Gründen beständig abgenommen.

Eine weit höhere Bedeutung für die Stickstoffdüngung spielen die Salpeterlager in Chile. Die Ausfuhr an Chilesalpeter aus Südamerika, der gegen 15% Stickstoff enthält, betrug 1860 ca. 65 000 Tonnen und hat sich unterdessen fast vervierfacht. Deutschland übernahm vor dem Kriege fast ein Drittel der Gesamtausfuhr und verwandte davon 1911 80% für seine Landwirtschaft, 20% für industrielle Zwecke. Da die Lager indessen in absehbarer Zeit erschöpft sein werden, hat man sich nach weiteren Stickstoffquellen umgesehen. Denn die Weltproduktion an stickstoffhaltigem Material reichte selbst bei weitem nicht aus, Deutschlands Boden zur eigenen Ernährung seiner Bewohner genügend mit Stickstoff zu versorgen. Um die Stickstoffunterbilanz der deutschen Landwirtschaft zu decken, müßten an Stickstoff, berechnet in Salpeter, etwa 10 Mill. Tonnen dem Boden einverleibt werden, eine Summe, die sechsmal so groß ist wie der Salpeterverbrauch der ganzen Welt. Nun steigt aber nicht nur der Bedarf der Landwirtschaft an Stickstoff, sondern auch ganz besonders der der Industrie. Die Sprengstoff-, Teer-, Farben-, galvanoplastische und Kälteindustrie, sowie die Fabrikation von vielen andern Gegenständen benötigt in großen Mengen Stickstoff gebundener Form. Der Hunger nach Stickstoff in verwendbarer Gestalt verdoppelte sich

also, während über der Erde unendliche Massen elementaren Stickstoffs lagerten, deren Herbeiziehung zur Sättigung des Bedarfs ein schweres und erst in jüngster Zeit gelöstes Problem der Stickstoffindustrie war. Eine wie große Rolle diese im gegenwärtigen Kriege spielt, ist ja allgemein bekannt.

Zunächst suchte man aus einem andern, wenn auch nur geringe Stickstoffmengen enthaltenden Produkt der Erde Stickstoff zu gewinnen: aus der Kohle. Bei der Verkokung und Vergasung derselben entsteht als Nebenprodukt Ammoniak, das sich als Sulfat zur Düngung verwenden läßt. Die Produktion dieses Ammoniumsulfates steigerte sich erst in den letzten 15 Jahren des vergangenen Jahrhunderts, als die Gasindustrie an Bedeutung gewann. In Deutschland wurden in Kokereien und Gasanstalten 1898 70 000 t Ammoniak erzeugt, 1912 schon 492 000 t (= 37% der Weltproduktion). Unser Verbrauch an Ammoniumsulfat stieg von 125 000 t im Jahre 1900 auf 425 000 t im Jahre 1912. Die Ausnützung des in der Kohle enthaltenen Stickstoffs ist nun aber bei Verkokung und Vergasung schlecht, da sich dabei nur 20% des Kohlenstickstoffs gewinnen lassen. Durch den von Dr. L. Mond inaugurierten Vergasungsprozeß lassen sich nun bei gleichzeitiger Steigerung des Heizeffektes bis zu 80% des Kohlenstickstoffs gewinnen. Nach Caro und Frank ließ sich auf ähnliche Weise auch aus dem Torf schwefelsaures Ammoniak in gleichhohem Prozentsatz gewinnen. Der Mondprozeß hat bei uns indessen bisher noch keine bedeutendere Anwendung gefunden, denn im Jahre 1910 war in Deutschland erst eine Mondgasanlage vorhanden, in England bestanden dagegen schon 42 Betriebe, von denen 2 auf Ammoniakgewinnung eingerichtet waren.

Seit langem hat man nun versucht, die unerschöpfliche Stickstoffquelle der Atmosphäre für die Zwecke der Landwirtschaft und Industrie dienstbar zu machen. Elementarer Stickstoff kommt in der Luft bis zu einer Höhe von 100 km vor. Sein Gewicht über der ganzen Erde beträgt 4 Trillionen Tonnen. Der jährliche Stickstoffbedarf Deutschlands entspricht dem Stickstoffquantum, das über einem Hektar Bodenfläche lagert. Die Versuche, diesen atmosphärischen Stickstoff in gebundene Form überzuführen, gehen zum Teil auf die Beobachtung Cavendishs (1786) zurück, daß beim Durchschlagen des elektrischen Funkens durch Luft Spuren von salpetriger oder Salpetersäure gebildet werden. Es wurde ja schon darauf hingewiesen, daß dieser Vorgang in der Natur bei jedem Gewitter durch Blitzwirkung eintritt. 1846 zeigte Regnault, daß sich Stickstoff direkt mit Wasserstoff durch den Induktionsfunken vereinigen lasse. Die Bereitung von Ammoniak auf diesem Wege ist aber so minimal, daß sie praktisch nicht in Betracht kommt. Man versuchte also, den Luftstickstoff zu oxydieren und das erhaltene Oxyd zu Salpetersäure zu verarbeiten. Die Oxydation des Stickstoffs läßt sich am besten durch hohe elektrische Spannungen bewerkstelligen, ein Verfahren, das nur in solchen Ländern rentabel ist, wo Wasserkräfte in reichem Maße zur Verfügung stehen*).

Ein weiteres Verfahren zur Verwertung atmosphärischen Stickstoffs ist das Kalkstickstoffverfahren, wobei entweder von Sauerstoff freie Luft bei hoher Temperatur über ein Gemenge von Kalk und Kohle oder über gemahlenes und mit Chlorkalzium vermischtes Kalziumkarbid geleitet wird. Der Kalkstickstoff ist an sich ein Pflanzengift, zersetzt sich aber bald im Boden in Zwischenprodukte, die von den Bakterien in das unschädliche Ammoniak übergeführt werden. Der Kalkstickstoff ist ein gutes, langsam wirkendes Düngemittel, das mit gutem Erfolg besonders auf Lehmboden Verwendung findet. In Deutschland wurden im Jahre 1912 gegen 100 000 t hergestellt.

Noch erfolgreicher erwies sich das jüngere Habersche Verfahren. Hierbei wird mit Hilfe von Osmium als Katalysator eine Vereinigung von Stickstoff und Wasserstoff hergestellt. Da die Welt nur ca. 100 kg Osmium besitzt, mußte man sich nach einem andern, ebenso katalytisch wirkenden Element umsehen, das im Uran gefunden wurde. Die Badische Anilin- und Sodafabrik stellt schon seit mehreren Jahren mit Hilfe dieses Verfahrens flüssiges Ammoniak her und hat vor einiger Zeit auch die Bereitung von schwefelsaurem Ammoniak in Angriff genommen.

Auf der anderen Seite hat man versucht, die natürliche im Boden durch Bakterienwirkung vor sich gehende Bindung des atmosphärischen Stickstoffs zu steigern. Man hatte die Entdeckung gemacht, daß Leguminosenarten auf einem Boden prächtig gediehen, während sie auf anderem Boden erst nach einiger Zeit normales Wachstum zeigten. Es beruht dies darauf, daß die mit Schmetterlingsblütlern symbiotisch lebenden Bakterien sich erst der betreffenden Art anpassen müssen, um ihre Tätigkeit voll entfalten zu können. Säte man auf einen Acker eine neue Schmetterlingsblütlersorte und gedieh sie dürftig, so brauchte man nur den Boden mit Erde ihres früheren Wachstumsortes zu impfen, um ihre Entwicklung zu fördern. Industrielle Verwertung fand diese Überimpfung angepaßter Bakterienrassen, als es gelang, sie in Reinkultur zu züchten. Als Nitragin und Alinit sind solche

*) Vgl. *Prometheus* Jahrg. XVII, Nr. 841, S. 129; Nr. 842, S. 149; Nr. 843, S. 165.

Bakterienpräparate im Handel, doch ist ihre Anwendung für den Landwirt umständlich und kostspielig.

Das Stickstoffproblem, das für die Ernährung des Menschen eine so große Rolle spielt, ist also ein sehr kompliziertes. Von Liebig in großen Zügen skizziert, hat es im Rahmen der Chemie eine Wissenschaft für sich gezeitigt und eine enorme Industrie zur Beschaffung der in Landwirtschaft und Industrie notwendigen Stickstoffmengen mobil gemacht. Im gegenwärtigen Kriege wird uns seine Wichtigkeit für unsere Ernährung wie für die Verteidigung des Reiches deutlich vor Augen geführt. [1300]

Vom Serpentin und seiner Verwendung.

Von Oberingenieur Otto Bechstein.

Der Serpentin, der „Marmor der sächsischen Kurfürsten", ist ein edler bunter Marmor, der schon von den Griechen und Römern hochgeschätzt und viel verarbeitet wurde. Gegenüber anderen Marmorarten, die durchweg Karbonate, Kohlensäureverbindungen, darstellen, nimmt er insofern eine Sonderstellung ein, als er ein Silikat, eine Kieselsäureverbindung, ist, und diese grundlegende Verschiedenheit verleiht dem Serpentin eine Reihe von Eigenschaften, die ihn durchweg vorteilhaft von den übrigen Marmorarten unterscheiden.

Chemisch betrachtet ist der Serpentin in seiner normalen Zusammensetzung ein wasserhaltiges Magnesiasilikat ($H_4Mg_3S_2O_9$) mit 43,48% SiO_2, 43,48% MgO und 13,04% H_2O, wobei aber fast immer ein mehr oder weniger großer Teil der Magnesia durch Eisenoxydul ersetzt ist. Das Gestein ist nicht kristallisiert, meist dicht, blätterig, stenglig oder faserig und hat einen muscheligen oder splitterigen Bruch. Die Färbung ist meist hell- bis dunkelgrüngrau, seltener rötlich, braun, gelb, grau oder ins Violette spielend, vielfach schön geflammt, mit unregelmäßigen Flecken und Streifen, so daß das Aussehen an eine Schlangenhaut erinnert. Daher auch der Name Ophit, Schlangenstein, vom griechischen *ophis*, oder das mehr gebrauchte Serpentin vom lateinischen *serpens*. Die Härte des Serpentins schwankt zwischen 3 und 4 nach der Mohsschen Skala, sein spezifisches Gewicht beträgt 2,7 bis 2,8.

Der Serpentin ist kein ursprüngliches Gestein, sondern ein Umwandlungsprodukt (Pseudomorphose) magnesiareicher Mineralien und Gesteine, besonders von Olivin und Olivingesteinen, Amphibol- und Pyroxengesteinen, Augit, Granat, Hornblende, und Reste dieser und anderer Mineralien, wie Magneteisenstein und Chromit, finden sich vielfach noch in der dichten Grundmasse des Serpentins eingeschlossen*).

Im feuchten Zustande läßt sich der Serpentin verhältnismäßig leicht verarbeiten, schneiden, sägen, hobeln, drehen, fräsen und polieren, wobei er einen schönen warmen Glanz annimmt, der angenehm gegen die „kalte Pracht" anderer Marmorarten absticht und neben der schönen und reichen Färbung des Serpentins diesen in hervorragendem Maße als Baumaterial für Innenausstattung geeignet erscheinen läßt. Dabei ist der Serpentin, besonders der nicht im offenen Steinbruch, sondern im Bergbaubetriebe unter Tage gewonnene, außerordentlich wetterbeständig und übertrifft darin, da er dem Granit und Syenit nahekommt, die übrigen Marmorarten ganz erheblich. Unter den bemerkenswerten und für die Verwendung wichtigen Eigenschaften des Serpentins sind dann noch seine durch die chemische Zusammensetzung bedingte große Wärmekapizität zu erwähnen — der Serpentin ist nicht nur ein mäßig guter Wärmeleiter, der sehr hohe Temperaturen verträgt, er wirkt auch ungefähr wie gute Ofenkacheln, indem er große Wärmemengen aufspeichert und sie langsam und gleichmäßig wieder abgibt — und seine hohe Isolierfähigkeit gegen den elektrischen Strom.

Der Serpentin ist ziemlich häufig, er bildet ganze Berge oder mächtige Lager, meistens im Gebiete der alten kristallinischen Schiefer, und wird in Sachsen, Nassau, Schlesien, in der Oberpfalz, in den Vogesen, in England, Italien, Griechenland und an anderen Orten gefunden und auch teilweise gebrochen. Keine der bekannten Serpentinlagerstätten hat aber auch nur annähernd die Bedeutung erlangen können wie die bei dem kleinen, oben auf dem Kamme des sächsischen Erzgebirges gelegenen, alten sächsischen Städtchen Zöblitz, das seine ganze Existenz dem dortigen Vorkommen des Schlangensteins und seiner Gewinnung und Verarbeitung verdankt. In mächtigen Bänken von Gneis steht hier der Serpentin auf einer Strecke von etwa 3 km in etwa 20 m Mächtigkeit an, und bis in die zweite Hälfte des 15. Jahrhunderts hinein lassen sich an dieser Stelle der Abbau und die Verarbeitung des Gesteins ver-

*) Ein naher Verwandter des Serpentins ist der bekannte Chrysotil, der Serpentin-Asbest, der besonders in Montreal in Kanada gefunden wird und in sehr ausgedehntem Maße in Form von Asbestgespinsten und Asbestgeweben Verwendung findet, der aber auch in geringeren Mengen in Schnüren in Serpentinlagerstätten vorkommt. Weitere technisch wichtige Verwandte des Serpentins sind der Garnierit und der Numeit, sehr nickelreiche Serpentine, die bis zu 45% Nickel enthalten und an ihren hauptsächlichsten Fundstätten in Neukaledonien auf dieses Metall verhüttet werden.

folgen. Zuerst erfolgte diese Verarbeitung in kleinem Maßstabe lediglich aus freier Hand, die Einführung der Drehbank zu Anfang des 16. Jahrhunderts belebte das Serpentinsteingewerbe, und als erst Kurfürst August von Sachsen (1553—1586) und noch mehr sein prunkliebender Sohn Christian I. den Serpentin in größeren Mengen zu Wandbekleidungen, Fußbodenbelag, Säulen, Simsen, Tischplatten, großen Prunkgefäßen usw. verarbeiten ließen, da nahm die Zöblitzer Serpentinsteinverarbeitung einen großen Aufschwung, der in der Schaffung einer Innung der Serpentinsteindrechsler mit einem an deren Spitze stehenden kurfürstlichen Serpentininspektor gipfelte. Im 17. Jahrhundert aber kamen schlechte Zeiten, der großen Erzeugung fehlte der Absatz, Anregung von außen fehlte, da ihn die streng abgeschlossene Innung auch wohl abhielt, und erst gegen Ende des 17. Jahrhunderts, als man begann, Serpentin zu Gebrauchsgegenständen verschiedener Art, Tee- und Kaffeekannen, Mörsern, Leuchtern, Dosen usw. zu verarbeiten, und als die Bauten des Kurfürsten August des Starken von Sachsen und seines Nachfolgers — u. a. Dresdener Hofkirche — dem Serpentin auch als Baumaterial ein größeres Absatzgebiet verschafften, da nahm auch die Zöblitzer Serpentinindustrie einen neuen Aufschwung. Einen neuen Rückgang brachte die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts, da das Porzellan für viele Serpentinwaren als erfolgreicher Wettbewerber auftrat, und seitdem hat die Zöblitzer Serpentinindustrie so recht nicht mehr zur Blüte kommen wollen. Im Jahre 1860 wurde die Innung aufgelöst und durch eine den geänderten Verhältnissen besser entsprechende Aktiengesellschaft ersetzt, welche alle vorhandenen Serpentinbrüche übernahm, neben der Heimarbeit auch den Fabrikbetrieb einführte und die Erzeugnisse dem Geschmack und dem Bedürfnis der Zeit besser anzupassen wußte als die mittelalterliche Innung. Um die Wende des Jahrhunderts gingen dann die Zöblitzer Serpentinsteinbrüche und -gruben in den Besitz der unter Beteiligung der Stadt begründeten Sächsischen Serpentinstein-Gesellschaft zu Zöblitz, G. m. b. H., über, die sich mit Erfolg bemüht, u. a. auch durch Heranziehung hervorragender Kunstgewerbler, dem Serpentin neue Absatzgebiete zu erobern und ihn besonders auch in der Baukunst gegen andere, ausländische Marmorarten durchzusetzen.

Und die Beachtung der Architekten und Raumkünstler verdient der Serpentin in höchstem Maße. Besonders in Sachsen finden wir eine große Reihe herrlicher Kunstbauten aus verschiedenen Zeiten, in denen, wie besonders im alten Hoftheater in Dresden von Gottfried Sempers Meisterhand, gezeigt ist, welch prachtvolle warme Wirkungen sich mit Serpentin erzielen lassen, dessen Licht- und Reflexwirkungen, dessen ganze Art so wohltuend von der frostigen reservierten Pracht anderer Marmorarten absticht, die sich für Räume mit kühler, vornehm zurückhaltender Wirkung, die lediglich der Repräsentation dienen sollen, eignen mögen, während überall dort, wo man auf Herz und Gemüt wirken will, in Kirchen, Theater- und Konzertsälen und Gesellschaftsräumen, der Serpentin, unter Umständen zusammen mit Karbonatmarmor, unbedingt den Vorzug verdient. Neben der Dresdener Hofkirche und dem alten Hoftheater sind die Königlichen Elbschlösser in Dresden, eine Reihe neuerer Dresdener Ministerialgebäude, die Petrikirche in Chemnitz und besonders die Kirche in Zöblitz, ein wahres Schmuckkästlein der Serpentinsteinkunst, als überzeugende Beispiele dafür zu nennen, daß in der Bau- und Raumkunst der Serpentin keinesfalls hinter den ausländischen Marmorarten zurückzustehen braucht. Für Heizkörperbekleidungen aller Art, Kamine, Öfen, Zentralheizungen, ist aber der Serpentin dem Marmor unbedingt überlegen und sollte ihm stets schon mit Rücksicht auf seine oben schon erwähnte bessere Wärmewirkung vorgezogen werden.

Ausgedehnte Anwendung findet der Serpentin auch in der Friedhofskunst, in welcher er schon seit Jahrhunderten, wenigstens in der Umgebung seiner Fundstätte, heimisch ist. Wie schon erwähnt, ist der im Bergbaubetriebe unter Tage gewonnene Serpentin durchaus wetterbeständig — der Friedhof von Zöblitz enthält wunderbar erhaltene Grabdenkmäler aus dem Jahre 1760 —, es darf nur für dem Wetter ausgesetzte Arbeiten nicht der hellere, im Steinbruchbetriebe gewonnene Serpentin verwendet werden, der indessen für Innenräume durchaus nicht als minderwertig zu betrachten ist. Auch für Aschenurnen empfiehlt den Serpentin die stimmungsvolle Wirkung seiner dunkler gefärbten Sorten.

Sehr große Mengen von Serpentin werden zu Gebrauchs- und Schmuckgegenständen verschiedenster Art verarbeitet, und solche Arbeiten nach Entwürfen hervorragender Künstler, Vasen, Blumenschalen, Schreibzeuge, Aschenbecher, Standuhren, Leuchter, Lampenfüße, Ständer, Säulen, Blumentische, aber auch Dosen, Büchsen, Kannen, Becher usw. erfreuen sich eines steigenden Absatzes. Besonders zur Aufbewahrung von Nahrungs- und Genußmitteln, Tee, Kaffee, Gewürz, Tabak, Butter usw., sind Gefäße aus Serpentin in hervorragendem Maße geeignet, weil die feinen Poren des Serpentins die Luft zum Inhalt solcher Gefäße zutreten lassen, ohne daß indessen durch die außerordentlich feinen Kanäle etwa Krank-

heitskeime, Bakterien usw. eindringen könnten. Mörser und Reibschalen aus Serpentin eignen sich besser als solche aus Metall oder Porzellan zum Reiben weicher Stoffe, und in der Apotheke finden auch Dosen aus Serpentin besonders zum Aufbewahren solcher Drogen vielfach Verwendung, die sich jahrelang frisch erhalten sollen, und solche Dosen bilden nebenbei noch einen sehr schönen Schmuck.

Jahrhunderte alt ist die Verarbeitung des Zöblitzer Serpentins zu Wärmsteinen, von denen jährlich etwa 30 000 Stück abgesetzt werden. Sie geben die Wärme viel gleichmäßiger ab als Wärmflaschen, vermeiden auch vollständig deren Unbequemlichkeiten und sind unverwüstlich. Es eignet sich aber nicht jeder Serpentin für diesen Verwendungszweck, da die Wärmekapazität des Steines in hohem Maße vom Eisengehalt abhängig ist.

Sein neuestes Anwendungsgebiet hat der Serpentin in der Elektrotechnik gefunden. Überall da, wo es neben guter isolierender Wirkung auf hohe Hitzebeständigkeit ankommt, und wo es sich um große Genauigkeit bei der Einhaltung auch komplizierter Formen handelt — Porzellan verzieht sich beim Brennen —, ist der Serpentin anderem Isoliermaterial überlegen. Bei elektrischen Wärme- und Heizapparaten, bei Widerstandsspulen, Rheostaten und Präzisionsinstrumenten, aber auch für Isolatoren, Druckknöpfe, bessere Taster usw. kommt daher das Material neuerdings stark in Aufnahme.

Die vorstehende, durchaus noch nicht lückenlose Aufzählung dürfte zeigen, daß wir es im Serpentin mit einem außerordentlich vielseitig verwendbaren Material zu tun haben, das den Bedürfnissen und dem Geschmack auch unserer Zeit sich sehr leicht anpaßt. Es wäre ihm zu gönnen und auch im Interesse unseres heimischen Wirtschaftslebens durchaus zu wünschen, daß der Serpentin weit mehr noch als bisher die Beachtung weiter Kreise fände und dadurch ganz von selbst den Wettbewerb mit teueren ausländischen Marmorarten erfolgreich durchführen könnte. Dem Leser, den diese Zeilen zu einem Versuche mit dem Serpentin bewegen sollten, „Glück auf" im Namen des Schatzes im sächsischen Erzgebirge, dessen Reichtum noch für Jahrhunderte ausreichen dürfte. [1175]

RUNDSCHAU.

(Licht und Leben — Photokatalyse *).)

Die Wichtigkeit irgendwelcher neuer Versuchsreihen und Forschungsrichtungen erkennt man an der Beeinflussung, die sie auf herkömmliche Anschauungen im wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Alltag ausüben. Danach kann man geradezu die Forschungsarbeit klassifizieren. Die einfachsten und leichtesten Arbeiten dieser Art haben keinerlei größeren Einfluß auf die Weltanschauungen, sie dienen zur spezielleren Erforschung irgendwelcher im allgemeinen schon bekannten biologischen, energetischen oder ordnungswissenschaftlichen Tatbestände. Sie beanspruchen meist viel Mühe, viel Geduld, wenig Geist, und das Resultat ist oft der Arbeit nicht wert. Die Doktorarbeiten gehören durchgängig in diese Klasse. Wichtiger sind schon die Arbeiten zur Prüfung von Vermutungen, die auf Grund neuer Kombinationen von irgendwelchen Erfahrungselementen gewonnen wurden, die also zur Erprobung erschlossener Möglichkeiten unternommen werden. Sie kosten Geist, Geschick. Das Ergebnis, ob positiv oder negativ, beeinflußt je nach der Wichtigkeit des Problems einen größeren oder kleineren Teil unserer Gesamterfahrung. Und wenn erst ganze größere Komplexe unseres Gesamtwissens durch dieses Schaffen einen neuen Anstrich bekommen, wenn bisher als sicher angenommene Anschauungen aufgegeben oder geändert werden müssen, wenn ein neues Licht hinsichtlich gewisser, bisher, wie man dann gewöhnlich empfindet, gedankenlos angenommener Anschauungen aufgeht, dann haben wir es mit fundamentalen Leistungen zu tun. Daß durch neue geniale Leistungen unsere gesamte Lebensanschauung geändert werden kann, ist bei unserem jetzigen umfangreichen Wissen kaum noch als möglich anzunehmen. In das Teilgebiet der Chemie hat z. B. die Radiumforschung korrigierend eingegriffen. Sie modelte unsere Anschauung bezüglich der Elemente und Atome teilweise um, in unser Wirtschaftsleben hat sie aber keine wesentliche Änderung gebracht, abgesehen davon, daß neue Bergwerke in Betrieb kamen. Falls nun solche geniale Leistungen nicht allein unser wissenschaftliches Leben beeinflussen, sondern auch in das wirtschaftliche, soziale gestaltend eingreifen, so haben wir die denkbar größten Leistungen vor uns. Auf letzterem Gebiete stehen dem tatkräftigen Genie noch Tor und Tür offen.

Mit einem fundamentalen Forschungsgebiet scheinen wir es auch zu tun zu haben in den neuesten Untersuchungen über den Einfluß des Lichtes auf das Leben. Obwohl die Gedankengänge, die im *Prometheus*, Jahrgang XXVII, Nr. 1374, S. 347, einleitend skizziert

*) Der vorliegende Aufsatz berührt sich in manchen Punkten mit der im *Prometheus*, Jahrgang XXVII, Nr. 1382 und 1383 erschienenen Rundschau „*Neues aus der Lichtbiologie*", wird aber gleichzeitig als Ergänzung dazu willkommen sein.

wurden, erst noch im Entstehen begriffen sind und noch völlig im qualitativen Stadium stecken, dehnt sich doch jetzt schon ihr Wirkungsbereich auf einen sehr großen Teil der Biologie aus, über seine genaue Begrenzung lassen sich naturgemäß noch keinerlei Angaben machen. Die Untersuchung der Lichtwirkung auf den lebenden Körper, insbesondere soweit sie sich um die Beeinflussung der Körpereiweiße dreht, ist zunächst ein weitgreifendes physiologisches Thema, das voraussichtlich Aufklärung über mancherlei Zusammenhänge bringt. Anschließend daran erleiden gewisse Anschauungen der Botanik und Zoologie eine Änderung. Vor allem aber gewinnen Hygiene, Medizin und Pathologie neue Gesichtspunkte und Behandlungsweisen; und letzten Endes erfahren die allgemeinen Nahrungsmittelverhältnisse eine Durchleuchtung und Korrektur, so daß also diese Arbeiten auch volkswirtschaftliche Gestaltungskraft besitzen.

Auf einige wichtigere Kapitel aus diesem Gebiete, soweit sie von F. Schanz, einem der Hauptvertreter, in der *Biochemischen Zeitschrift* 1915, Heft 4/5, und in der *Münchener medizinischen Wochenschrift* 1915, S. 1315, u. a. überblickend zusammengefaßt werden, wollen wir nun etwas näher eingehen. Der Kernpunkt ist die Kombination der Tatsache, daß die Eiweißkörper lichtempfindlich sind, mit der andern, daß im Lebewesen, Pflanze oder Tier, die Eiweißstoffe einen großen Teil des Körpers ausmachen. Das Licht verändert die leichter löslichen Eiweiße in schwerer lösliche. In der Natur gibt es nun zahlreiche Substanzen, welche nach Art der Katalysatoren diesen Umwandlungsprozeß der Eiweißkörper lediglich durch ihre Gegenwart beschleunigen und verlangsamen: positive und negative Photokatalysatoren. Wir haben bisher Eosin, Traubenzucker, Azeton, Alkohol als Beschleuniger kennengelernt.

Der Lichtschlag. Einer der kräftigsten und beststudierten positiven Photokatalysatoren ist das Hämatoporphyrin. Wie der Name sagt, ist es ein chemisch ziemlich genau definierter Stoff der organischen Chemie, ein eisenfreies Abbauprodukt des Blutstoffes, des Hämoglobins. Er ist in Säuren und Basen löslich und zeigt schöne rote Fluoreszenz. Seine Wirkung auf Lebewesen aller Art ist nun äußerst auffällig. In einer Verdünnung von 1 : 80 000 vermag er noch Kulturen von Paramäzien im Lichte eines trüben Wintertages abzutöten, auch rote Blutkörperchen der verschiedensten Tierarten werden von ihm im Licht zerstört und aufgelöst. Er wirkt nur bei Gegenwart von Licht, und er wird nicht etwa wirksam, weil sich im Lichte ein giftige Substanz bildet, sondern das Zusammenwirken von Licht und Hämatoporphyrin veranlaßt die Schädigung. Injiziert man geringe Mengen davon weißen Mäusen, so werden diese nicht geschädigt, solange sie nicht der Lichtwirkung ausgesetzt sind. Es genügt aber schon das diffuse Tageslicht völlig, um die so vorbehandelten Tiere zu töten. Die akuteste Form der Erkrankung versetzt die Tiere in einigen Minuten in tiefe Narkose, in der sie rasch zugrunde gehen: Lichtschlag. Er tritt ein, wenn die Tiere kurze Zeit nach der Injektion einer kleinen Menge des Farbstoffes einer intensiven Belichtung ausgesetzt werden. Dasselbe tritt ein, wenn die Belichtung nicht allzulange nach einer Verabreichung größerer Mengen stattfindet. Hier treten fast augenblicklich nach dem Einsetzen der Bestrahlung intensive Juckerscheinungen auf. Die Tiere kratzen, wälzen und reiben sich. Die Ohren werden rot, und auffällige Lichtscheu ist vorhanden. Nach 2 bis 3 Stunden pflegen die etwas gedunsen ausschauenden Tiere manchmal unter Krampferscheinungen zu sterben. Die subakute Form tritt ein, wenn intensive Belichtung längere Zeit — etwa eine Woche — nach der Injektion vorgenommen wird, oder wenn die Versuchstiere bald danach lediglich dem nicht zu hellen, diffusen Tageslicht ausgesetzt werden. Es treten hier ungemein starke Schwellungen an der Oberfläche der Tiere auf. Die Mäuse erscheinen ganz gedunsen und unförmig, die Ohren stehen starr nach vorn, die Augen sind verklebt. Wenn die Tiere diese Form der Krankheit überstehen, kommt es sehr oft zum Absterben der Ohren und zu ganz charakteristischem Haarausfall. — Durch Selbstversuche ist die photokatalytische Wirkung des Hämatoporphyrins auch am Menschen bestätigt.

Dies als Beispiel für die Lichtwirkung bei Gegenwart bestimmter Stoffe im Körper. Außer diesem und den schon angeführten Beschleunigern wirken in ähnlich kräftiger Weise auch Milchsäure und der Harnstoff auf die Eiweißkörper ein. Inwieweit indes ihre Wirksamkeit, die sich äußerlich so auffällig kundtut, auf der Eiweißumsetzung beruht, ob noch andere wichtige Umsetzungen unmittelbar im Körper ausgelöst werden, dies sind alles noch zu lösende Fragen. Wir müssen hierbei unterscheiden zwischen Photokatalysatoren, die bei gewissen Zuständen im Körper selbst entstehen, und solchen, die wir von außen, z. B. in der Nahrung, dem Organismus zuführen. Bei Strapazen und Hunger wird der Zuckergehalt des Körpers, der in der Leber und in den Muskeln aufgespeichert ist, wieder flüssig gemacht, wobei er erst in Traubenzucker abgebaut wird. In den Muskeln bildet sich bei der Arbeit Milchsäure. Ist der Mensch bei Strapazen und bei der Arbeit intensivem Licht ausgesetzt, so wirken Zucker

und Milchsäure die im Blute in den Lichtbereich kommen, als Photokatalysatoren auf das Bluteiweiß. Vom Harnstoff und dem stets im Harn vorhandenen Hämatoporphyrin wissen wir, daß sie ebenfalls im Körper selbst entstandene Photokatalysatoren sind. Und mit der Nahrung führen wir weitere ein. Einer der stärksten ist Alkohol. Bei starker Arbeit und mangelhafter Nahrungszufuhr wird die Bildung solcher Stoffe im Körper gesteigert, in Unkenntnis der Gefahr werden sie wohl auch in erhöhtem Maße dem Körper zugeführt, und es scheint gar nicht ausgeschlossen, daß es unter solchen Umständen zum Zerfall von Blutstoff und zur Bildung des gefährlichen Hämatoporphyrins in unserem Blute selbst kommt. Sonnenstich und Hitzschlag finden so ihre Vorbereitung.

Bisher haben wir nur Beschleuniger für die Eiweißumwandlung im Lichte betrachtet. Nicht allein vom physiologischen Standpunkt, sondern vor allem vom medizinischen aus ist nun die Frage nach Verzögerern äußerst wichtig. Wie seit längerem schon bekannt ist, spielen im Haushalt des lebenden Organismus anorganische Stoffe, oft in erstaunlich geringer Menge, eine große Rolle. Es erlangen nämlich nahezu alle organischen Stoffe in Gegenwart bestimmter anorganischer ausgesprochene Lichtempfindlichkeit. So zeigen praktisch die in Pflanzen vorkommenden Säuren keinerlei Lichtempfindlichkeit, sie zeigen solche aber, sobald sie in Gegenwart bestimmter mineralischer oder auch organischer Katalysatoren von den Sonnenstrahlen getroffen werden. Eisen-, Mangan-, Arsen-, Uran-, Quecksilbersalze z. B. wirken in dieser Weise. Hier lag dann die Frage nahe, ob diese Mineralien speziell auch auf die Eiweiße als Photokatalysatoren wirken. Schanz prüfte dabei die in der Natur vorkommenden Mineralsalzlösungen, nämlich die Mineralwässer. Das Ergebnis war, daß diese Wässer die Lichtwirkung auf die Eiweißkörper des Blutes verlangsamen. Als Vergleich diente destilliertes Wasser. Bei Zusatz von positiven Photokatalysatoren bewirkte das Licht eine schnellere Umsetzung als bei Verdünnung mit äquivalenten Mengen destillierten Wassers. In den Mineralwässern haben wir dagegen negative Photokatalysatoren vor uns. Von den untersuchten Wässern wirkten der Reihe nach immer stärker verzögernd: Dürkheimer Maxquelle (arsenhaltig), Oberharzer Sauerbrunn Wilder Mann, Tassiloquelle (arsenhaltig), Tölzer Jodtrinkquelle, Elsterer Moritzquelle (eisenhaltig), Pyrmonter Stahlquelle, Karlsbader Mühlbrunnen, Elsterer Salzquelle, Dunaris. Diese Ergebnisse zeigen also, daß wir außer den Beschleunigern auch Verzögerer besitzen, daß wir also die Lichtwirkung auf unseren Körper dosieren können und damit einen neuen Heilfaktor erkannt haben, der von nicht geringer Bedeutung ist. Diese Feststellungen decken sich mit der auch aus anderen Gründen schon mehrfach ausgesprochenen Ansicht, daß jede Brunnen- und Badekur sowie jede klimatische Behandlung eigentlich eine Lichttherapie ist.

Und nun noch einen Blick in Botanik und Zoologie. Die organischen Salze des Pflanzenkörpers erleiden durch das Licht katalytische Veränderungen, aber auch seine Eiweißkörper werden durch das Licht direkt verändert, und diese Veränderungen werden durch die Photokatalysatoren, die der Pflanze aus dem Nährboden zugehen, oder die sich im Organismus selbst bilden, beschleunigt und gehemmt, das heißt variiert. In erster Linie hat sich der grüne Pflanzenfarbstoff, das Chlorophyll, als kräftiger positiver Photokatalysator erwiesen. Es tritt die Umwandlung der Eiweißkörper, z. B. des Blutes, im Licht viel intensiver ein, wenn Chlorophyll gegenwärtig ist. Hier gibt derselbe Anologieschluß zu weiteren Versuchsreihen Anlaß, der früher von dem Eiereiweiß zum Linseneiweiß, Bluteiweiß usw. geführt hat: was von einer Eiweißart gilt und im weiteren Verlauf von allen untersuchten Arten, wird auch vom Eiweiß der pflanzlichen Zelle gelten. Die Chlorophyllkörper wirken daher auf ihre eiweißhaltigen Träger als Photokatalysatoren. Im Pflanzenkörper gibt es fernerhin zahlreiche, besonders anorganische Stoffe, die auch auf die anderen organischen Stoffe der Pflanze als solche Sensibilisatoren wirken, so daß wir hier den großartigsten photokatalytischen Prozeß in der Natur vor uns haben. Das Licht verändert die organischen Salze, aber auch die Eiweiße der Pflanze direkt, wobei die aus dem Nährboden aufgenommenen oder in der Pflanze selbst gebildeten Photokatalysatoren beschleunigend und verzögernd eingreifen. Es werden also spezifische Eiweißarten (und andere Stoffe) entstehen, je nach dem Vorhandensein der verschiedenen Katalysatoren. So entstehen durch dasselbe Licht die verschiedenartigsten Synthesen in der Pflanze.

Wie kommen die herrlichen Farben der Blumen zustande, welches ist ihr Zweck? Die Insekten sollen von der Farbe angezogen werden, farbige Streifen sollen ihnen — nach herkömmlicher Meinung — den Weg zu den Honigbehältern, zu ihrer Nahrung zeigen. Das ist nach Schanz und den Ergebnissen der Photokatalyse eine irrige Anschauung. Die Insekten, auch die Bienen, sind farbenblind, zum mindesten rotgrünblind. Sie sehen alles grau in grau. Nur Helligkeitsunterschiede vermögen sie wahrzunehmen. Wir müssen daher nach einer anderen Erklärung für die Farbenpracht unserer Blumen suchen. Die Farben der Blüten

sind Photokatalysatoren. Aus dem Licht, das uns die Sonne zustrahlt, werden ganz spezielle Strahlen, wahrscheinlich die zur Blütenfarbe komplementären, ausfiltriert und absorbiert. Das muß bei der Umwandlung der Eiweißstoffe ganz spezifische Eiweißkörper geben. Diese werden in der Fruchtanlage aufgespeichert und werden mit dem Samen in den neuen Organismus übergehen und dessen Art bestimmen.

Man hat die bunten Färbungen in der lebenden Natur als Schutz- und Lockvorrichtungen angesehen. Die Farbe der Blume lockt die Insekten an, bestimmte Färbungen schützen bei den Tieren gegen gewisse Feinde. Im Seeaquarium bewundern wir die prächtigen Farben der Fauna und Flora auf dem Meeresboden. 6—8 m unter dem Meeresspiegel verlieren nun aber auch für unser farbentüchtiges Auge diese farbenprächtigen Gebilde ihre Pracht. Für die Bewohner der See kommen ferner diese Farben überhaupt nicht in Betracht. Die Wasserbewohner sind ausnahmslos farbenblind. Einwandfreie Versuche haben gezeigt, daß nur an der Luft lebende Wirbeltiere einen Farbensinn haben. Für die Bewohner des Wassers dagegen erscheint alles grau in grau, dort kann die prächtigste Farbe kein Anlocken oder Abwehren veranlassen. Nur Helligkeitsunterschiede werden wahrgenommen. Die heutige Vorstellung vom Zwecke jener Farbenpracht kann also nicht richtig sein. Wenn wir aber die Farben als Photokatalysatoren und Lichtfilter auffassen — und viele derselben haben auffällige Färbungen, sie fluoreszieren oft —, erlangen sie für diese Organismen hohe Bedeutung. In einer Tiefe von 6—8 m ist das rote und blaue Licht absorbiert, nur blau und grün ist noch vorhanden. Die Färbung dieser Tiere ist rot und gelb, weil sie dadurch die Fähigkeit erlangen, das bis zu dieser Tiefe durchdringende grüne und blaue Licht zu absorbieren und auszunützen.

Bei den Tieren ist die ganze Oberfläche für Lichtwirkung empfänglich, beim Menschen z. B. bildet sich in der Haut bei starker Belichtung ein dunkles Pigment, dieses vermindert die Lichtwirkung auf die Eiweißkörper — es ist ein negativer Photokatalysator. Die verschiedensten Rückenfärbungen der Tiere sind als Lichtwirkungen zu betrachten. Bei niederen Tieren bildet sich die ganze Hülle als Lichtsinnesapparat aus, indem sie allenthalben mit einem Photokatalysator versehen ist (Fauna und Flora des Meeresbodens). Bei anderen Tieren ist der Lichtsinnesapparat schon lokalisiert, z. B. bei den Regenwürmern. Die Eiweißkörper erleiden durch das Licht die bekannte Veränderung. Es wäre denkbar, daß schon allgemein diese Veränderung ausreicht, um einen Lichteindruck als Empfindung zu vermitteln. Im Rückenstrang des Regenwurms ist nun außerdem Hämatoporphyrin nachgewiesen, das die Lichtwirkung intensiv steigert. Wir haben also in diesem Rückenstrang das Lichtsinnesorgan vor uns. Die für diesen roten Stoff wirksamen Strahlen liegen im Grün, und bei Belichtungsversuchen flüchten die lichtscheuen Regenwürmer in den Strahlungsbezirk, der vom Hämatoporphyrin nicht absorbiert wird, ins Rot. Bei höheren Tieren kommt es zu einer weiter fortschreitenden Lokalisation des Lichtsinnes, und es verbindet sich damit eine Apparatur, die ein Bild von der Umwelt entwirft, das Auge. Die Netzhaut wird das speziellere Organ der Lichtwahrnehmung. Wie das Licht auf die Netzhaut wirkt, ist uns unbekannt. Wir nehmen an, daß sich in der Netzhaut Sehstoffe befinden, Sehpurpur, die durch Licht zersetzt werden. Wir kennen Pigmente, die diese Lichtwirkung hemmen. Da die Eiweißkörper photosensibel sind, müssen wir auch annehmen, daß die Eiweißstoffe dieser Sinnesepithelzellen durch Licht direkte Veränderungen erleiden, wobei vermutlich die Sehstoffe und Pigmente der Netzhaut als positive und negative Katalysatoren wirken. Dem Sehakt würde dann derselbe photokatalytische Prozeß zugrunde liegen, den wir allenthalben in der Natur beobachten.

Wir sehen, an die Ausgangsversuche und Tatsachen aus dem physiologischen Gebiet der Photokatalysatoren und ihrer eigentümlichen Wirkung auf die Eiweiße schließen sich Aufklärungen über pathologische Erscheinungen im Lebewesen, speziell im Menschen, an, Hinweise für die Wahl der Nahrungs- und Heilmittel ergeben sich und Winke für individuelle und soziale Hygiene. Wir haben ferner die Gestaltungskraft der Gedankengänge, vor allem auch hinsichtlich gewisser Anschauungen über botanische und zoologische Tatsachen, kennen gelernt. Daß manches davon noch Vermutungen sind, liegt daran, daß das ganze Gebiet der Photokatalyse und besonders der Umwandlung der Eiweißkörper erst im Entstehen begriffen ist. Seine Umrisse versprechen einen fundamentalen Einfluß auf weite und viele Gebiete unseres Lebens.

Porstmann. [1457a]

NOTIZEN.

(Wissenschaftliche und technische Mitteilungen.)

Das Flugvermögen von *Archaeopterix*. Kürzlich veröffentlichte F. Stellwaag*) Betrachtungen über

*) *Naturwissenschaftliche Wochenschrift* 1916, S. 33.

das Flugvermögen von *Archäopterix Siemensi Dames*, des fossilen Urvogels, der in zwei Exemplaren in dem Juraschiefer von Solenhofen gefunden wurde. Archäopterix wird beschrieben als ein Vogel mit langem Schwanz, an dessen Wirbeln die Konturfedern paarweise angeordnet waren, mit Zähnen in den Kiefern, einer Hand mit drei bekrallten, eidechsenartigen Fingern, Bauchrippen und amphicölen Wirbeln. Ihre Größe war die eines kleinen Huhnes. Soviel sich nun aus dem Bau des Skelettes und den Größenverhältnissen erkennen läßt, war Archäopterix ein sehr schlechter Flieger. In Form und Beziehung der Teile untereinander sind noch kaum Anklänge an flugphysiologische Aufgaben vorhanden. Der Rumpf läßt die Geschlossenheit und Festigkeit vermissen, die für einen sicher funktionierenden Flugapparat nötig ist. Das zeigt sich unter anderm schon daran, daß an einem der uns erhaltenen Exemplare der Rücken ein wenig eingeknickt ist, was bei einem echten Vogel ohne Zersprengung der Wirbelsäule nie hätte geschehen können. Der Flügel der rezenten Vögel ist im Sinne seiner Aufgabe weitgehend spezialisiert. Während bei den höheren Wirbeltieren die vordere Extremität mit einer von den Schultern nach den Fingern zunehmenden Zahl von Knochen in ihren Gelenken eine große Zahl von Freiheitsgraden besitzt, so daß sie nicht nur gebeugt und gestreckt, sondern auch gedreht werden kann, ist die Bewegungsfreiheit der den Flügel versteifenden Knochen sehr verringert. Die Gelenke des Unterarmes und der Hand bewegen sich scharnierartig nur in einer Ebene und belassen dem Flügel dadurch die zur Ausführung eines kräftigen Schlages nötige Steifheit. Die Knochen der Hand sind stark reduziert und verschmolzen und bieten den Schwungfedern eine starre und feste Ansatzfläche. Bei Archäopterix ist die einseitige Ausbildung des Vorderarmes als Flugorgan noch nicht so streng durchgeführt. Die Elemente der typischen Vertebratenhand sind deutlich zu erkennen, und die drei langen, bekrallten Finger stehen beweglich hervor. Die vordere Extremität der Archäopterix diente also nicht nur zum Fliegen, sondern auch noch zum Greifen und Klettern. Keiner dieser Aufgaben war sie jedoch in genügender Weise angepaßt. Das Segelvermögen eines Flugtieres läßt sich aus dem Körpergewicht, der Klafterweite, dem Verhältnis von Flügellänge und Flügelbreite und der Segelfläche ziemlich genau berechnen. Mit Ausnahme der ersteren sind alle diese Größen bei Archäopterix direkt zu messen; das Gewicht allein muß geschätzt werden. Es ergibt sich nun, daß das Segelvermögen des Urvogels außerordentlich niedrig war. Es kommt ungefähr dem der Reb- und Haselhühner und Fasanen gleich, dem er auch sonst in seinen Körpermaßen am nächsten steht.

Die Befunde an Archäopterix sind für die Entwicklungstheorie überaus wichtig. Sie bestätigen die Annahme, daß die Übereinstimmung zwischen Körperbau und Leistung und die damit verbundene Erhöhung der Leistung erst eine Folge langandauernder Anpassungsvorgänge ist. L. H. [1310]

Waldpflanzen auf den Nordseeinseln. Bekanntlich gibt es auf den Nordseeinseln keine Wälder, wenn auch Waldbäume, bei Dörfern angepflanzt, wohl wachsen. Um so mehr aber muß man sich wundern, daß auf allen Inseln, die Marschinseln und Halligen ausgenommen, der Waldflora angehörige Pflanzen vorkommen, die man nur als Zeugen dafür ansehen kann, daß in früheren Zeiten, als die Landverhältnisse der Nordseeküste ganz anders waren, auch Wälder hier gewesen sein müssen. Auf allen Inseln verbreitet ist *Campanula rotundifolia*. In den Dünentälern von Sylt, Amrum und Röm findet man *Pirola minor*, während *P. rotundifolia* von Sumpfwiesen der Insel Föhr bekannt ist. Eine Charakterpflanze von Nordamrum ist *Dianthus Carthusianorum*, die sich sonst nirgends findet; desgleichen ist dieser Insel *Pulsatilla vulgaris* eigen. Der Flora von Röm allein gehören *Veronica spicata* und *Koeleria glauca*. *Silene otites* ist allen drei Düneninseln eigen, *S. nutans* aber nur der Insel Sylt, beide finden sich vereinzelt am Ufer von Föhr. Auf den ostfriesischen Inseln sind alle mit Ausnahme der Karthäusernelke und der Pulsatilla ebenfalls bekannt. Diesen Inseln eigen sind wieder *Monotropa glabra*, *Listera ovata* und *Epipactis latifolia*. Wenn man sich auch wohl Möglichkeiten denken kann, wie diese Pflanzen nach den Nordseeinseln, ganz außer dem Kreise ihrer Verbreitung, gekommen sein können, so ist doch wohl die Annahme die nächste, daß es hier früher Wälder gegeben haben muß, wovon man ja noch die Reste im Wattenmeer finden kann. Die wenigen Waldpflanzen haben sich dann durch Jahrtausende erhalten und sich ganz neuen Verhältnissen angepaßt und wachsen jetzt am Meeresstrand, sowie in den Dünen und in Sümpfen.

Philippsen, Flensburg. [1343]

Über die Zunahme des Nebels in Sofia*). Sofia, die aufstrebende Hauptstadt des uns verbündeten Bulgarenvolkes, scheint es in einem Punkte sogar London gleichtun zu wollen: in der Zunahme des Nebels. Im Winter ist der Nebel in Sofia oft so stark, daß man eine Droschke auf 25 m, manchmal sogar auf 12 m nicht erkennen kann, und selbst das Licht der großen Bogenlampen wird auf 100 m verschluckt. Der Nebel beginnt gegen Sonnenuntergang; er dauert die ganze Nacht hindurch und weicht erst allmählich der aufgehenden Sonne, die ihn nach 9 Uhr zu überwinden pflegt und dann eine wundervolle Rauhreiflandschaft bescheint. Der Nebel wird bedingt durch die Ansammlung von kalter Luft in dem weiten Gebirgstale von Sofia; ein nur 8 km entferntes, aber 100 m höher gelegenes Dorf wird vom Nebel verschont. Das Maximum der Nebeltage liegt im Dezember und Januar. Auffallend ist es nun, daß in den letzten Jahren eine erhebliche Zunahme des Nebels zu verzeichnen ist, die nach Kaßner auf die Vermehrung der Feuerstellen und sonstigen Rauchquellen in der sich vergrößernden Stadt zurückgeführt werden muß. Die Rauchteilchen sind ja bekanntlich gute Ansatzkerne für den durch die nächtliche Abkühlung verdichteten Wasserdampf der Luft. Auch die Verdrängung des Holzes durch die qualmende Braunkohle sowie die Kohlen fressenden Zentralheizungen begünstigen die Rauch- und damit die Nebelbildung. Die Vergrößerung der Stadt, die also letzten Endes die Ursache für die Zunahme der nächtlichen Nebel ist, bringt es nun auch mit sich, daß sich in den Mittagsstunden die Nebelhäufigkeit verringert. Je größer nämlich die Häusermasse wird, die die Sonne erwärmt, desto mehr steigert sich der warme, aufsteigende Luftstrom über der Stadt, der den Nebel auflöst. L. H. [1501]

*) *Naturwissenschaftliche Wochenschrift* 1916, S. 136.

BEIBLATT ZUM PROMETHEUS

ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

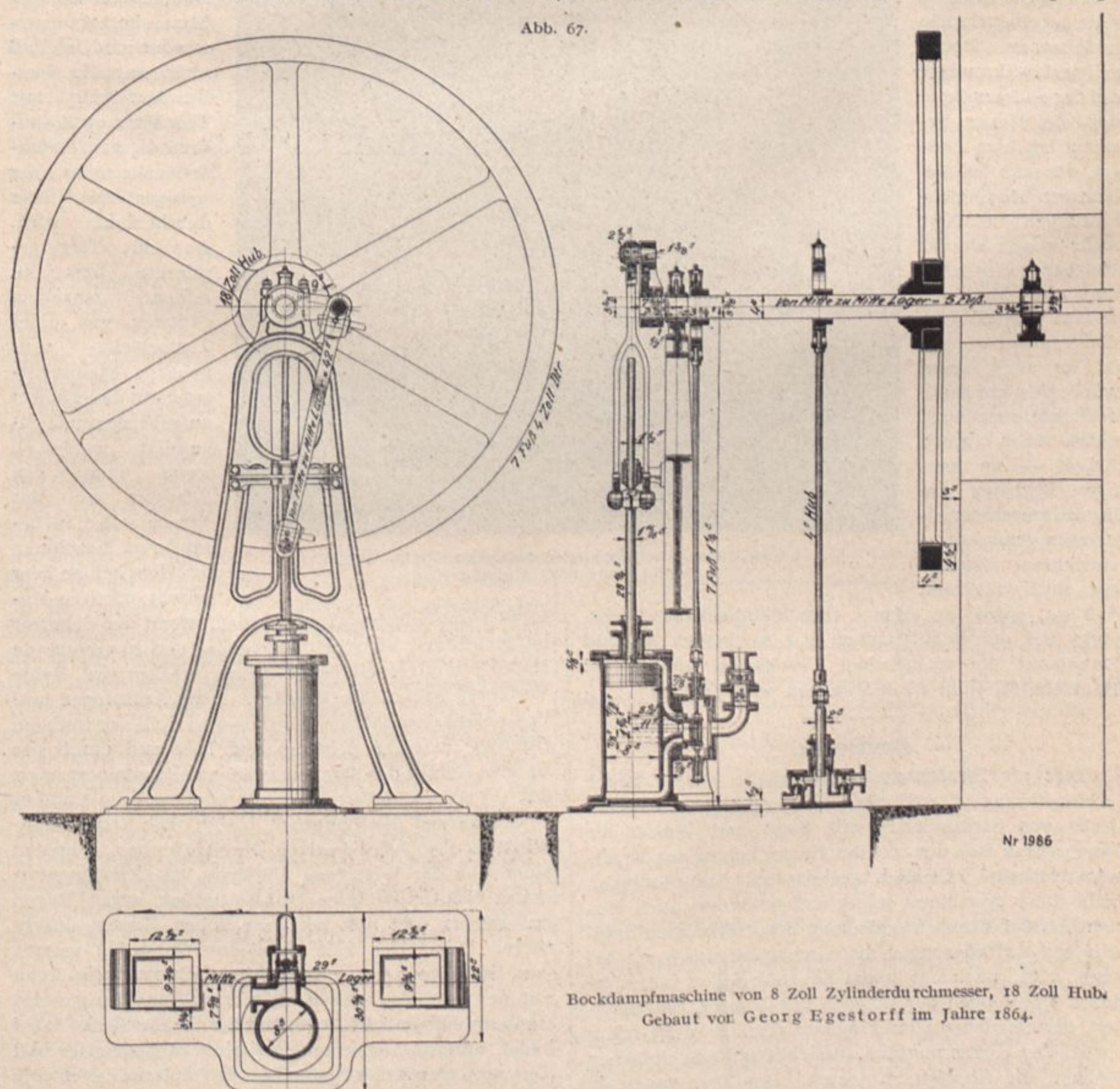
Nr. 1386 | Jahrgang XXVII. 34 | 20. V. 1916

Mitteilungen aus der Technik und Industrie.

Geschichtliches.

Eine Dampfmaschine von vor 50 Jahren. (Mit zwei Abbildungen.) Sie macht zwar auf unser an die neuzeitlichen Dampfmaschinen gewöhntes Auge einen etwas komischen Eindruck, diese alte Maschine, deren verhältnismäßig große Abmessungen nicht auf den ersten Blick verraten, daß sie nur 6 PS leistet, und die Zeichnung, Abb. 67, nach welcher die Maschine gebaut wurde, ist auch nicht wenig geeignet, den Techniker zum Lächeln zu reizen; aber dieser Veteran deutschen Dampfmaschinenbaues, der im Jahre 1864 von Georg Egestorff in Hannover gebaut wurde, ist seit mehr als 50 Jahren an der ursprünglichen Betriebsstätte, bei der Firma Arnold Theopold in Blomberg in Lippe, tagtäglich im Betriebe und leistet heute noch getreulich seine Dienste dem Enkel des Mannes, der ihn einst erbauen ließ. Und dieser Enkel hofft, wie er in einem Schreiben an die

Abb. 67.



Bockdampfmaschine von 8 Zoll Zylinderdurchmesser, 18 Zoll Hub. Gebaut von Georg Egestorff im Jahre 1864.

Erbauerfirma sagt, daß die alte Maschine ihm noch eine weitere Reihe von Jahren dienen wird. Sie scheint also noch durchaus nicht sehr klapprig geworden zu sein, obwohl sie seit der Erbauung größere Reparaturen nicht durchgemacht hat. Der Zylinderdurchmesser der mit einfacher Muschelschiebersteuerung versehenen Maschine beträgt 8 Zoll, ihr Hub 18 Zoll — damals rechnete man im deutschen Maschinenbau noch nicht nach Millimetern —, und die Kurbelwelle ist einerseits auf einem hohen gußeisernen Bocke gelagert, während sie auf der anderen Seite auf die Mauer gestützt ist, eine Bauart, die man bei den heutigen Maschinenleistungen wohl nicht mehr wagen würde. Haltbar muß aber die alte Maschine gebaut worden sein, und gepflegt worden ist sie auch, sonst würde sie nicht heute noch ihre, wenn auch nicht sehr große Arbeit — an heutigen Begriffen von Dampfmaschinenleistungen gemessen — verrichten können. Man muß wünschen, daß sie, wenn sie einmal ihre Tätigkeit beschließt, nicht auf den Schutthaufen, wie so manch schönes Dokument der technischen Geschichte, sondern ins Deutsche Museum nach München wandert. B. [1441]

Abb. 68.

Ansicht einer Bockdampfmaschine aus dem Jahre 1864. Gebaut von Georg Egestorff.

Bauwesen.

Teer als Straßenbaustoff. Als die gebräuchliche „Chaussierung" der Straßen, die festgewalzte Straßendecke aus Steinschotter mit Sand und Wasser als Bindemittel, sich den mit der Entwickelung des Kraftwagenverkehrs erheblich gesteigerten Anforderungen nicht mehr gewachsen zeigte und besonders auch hinsichtlich der Staubentwickelung den einfachsten hygienischen Anforderungen nicht mehr entsprach, da begann man, nachdem man die zahlreichen Versuche durch Besprengen der Straßen mit Wasser, Salzlösungen, verschiedenen Ölmischungen usw. als meist schon wegen des Kostenpunktes aussichtslos hatte aufgeben müssen, die Straßen zu teeren. Der Teer wurde in heißem Zustande auf die Oberfläche der fertigen bzw. neu befestigten und gewalzten Straße aufgebracht und verteilt. Die Ergebnisse dieses Verfahrens waren wesentlich besser, als die mit dem Besprengen erzielten, der verhältnismäßig glatte, staub- und schlammfreie und das Geräusch dämpfende Teerüberzug erwies sich aber bei starkem Verkehr nicht genügend haltbar und wurde auch durch den Frost leicht teilweise zerstört. Dazu kam, daß die Oberflächenteerung häufig erneuert werden mußte, und da außerdem eine Reihe von wenig sachgemäß ausgeführten Straßenteerungen naturgemäß zu vollen Mißerfolgen führte, so kam der Teer als Straßenbaustoff etwas in Mißkredit. Das erschwerte die Einführung einer neueren Art von Teerstraßenbau, bei welcher der Teer gewissermaßen als Bindemittel für den Steinschotter verwendet wird, so daß nicht nur die Straßenoberfläche mit Teer überzogen, sondern die ganze Straßendecke mehr oder weniger mit Teer durchtränkt wird. Der mit Teer gemischte bzw. in seinen einzelnen Stücken von einer Teerschicht umgebene Steinschotter kann dabei warm aufgebracht und festgewalzt werden *), wenn man den Schotter an der Straße selbst in besonderen Maschinen mit dem heißen Teer mischt, oder das Material kann kalt eingebaut werden, wenn der Schotter im Steinbruch künstlich getrocknet und in geeigneten Maschinen mit einem Teerüberzuge versehen wird. Beide Verfahren haben ihre Vorzüge. Beim Aufbringen und Festwalzen des warmen Materials wird wohl eine innigere Bindung zwischen Schotter und Teer und damit ein festeres Gefüge der Straßendecke erzielt, vorausgesetzt, daß die zu beschotternde Straße ganz trocken ist und es auch während der Bauarbeit bleibt. Die Straßenbauarbeit ist also beim warmen Teerstraßenbau in hohem Maße von der Witterung abhängig, da sich ein wirksamer Schutz größerer Straßenflächen gegen Regen nur schwer und nur mit sehr hohen Kosten durchführen läßt. Das kalt einzubauende, fertig geteert vom Steinbruch kommende Teerschottermaterial kann dagegen auch bei Regen aufgebracht und festgewalzt werden, ohne daß die Festigkeit der Straßendecke dabei leidet, und die Verbindung zwischen Steinschotter und Teer wird durch das Festwalzen des Materials auch eine recht innige und haltbare, während die Straßenbauarbeit sich wesentlich vereinfacht, weil Mischmaschinen, Feuerungen usw. beim Bau nicht verwendet werden.

Aus dem Versuchsstadium ist diese neuere Art des Teerstraßenbaues längst heraus. Sie hat sich zunächst

*) *Der Staatsbedarf* 1916, S. 198.

für die Herstellung von Gehwegen in München, Nürnberg, St. Gallen, Luzern usw., dann bei vielen Bahnsteigen und Fahrstraßen mit leichterem Verkehr bewährt und hat dann bei Laderampen und Ladestraßen mit schwerem Verkehr in Friedberg in Hessen, Bad Nauheim, Essen usw., sowie in verkehrsreichen Straßen in Augsburg, Nürnberg, Barmen, Essen, Eisenach, Gotha, Leipzig den Beweis dafür erbracht, daß die Teerstraße hinsichtlich der Haltbarkeit der Asphaltstraße keinesfalls nachsteht. Dabei stellen sich die Anlage- und Unterhaltungskosten solcher Teerstraßen nicht höher als die einer gewöhnlichen, beschotterten Chaussee, die in 50 Jahren nicht mehr als 21 Mark für den Quadratmeter kosten soll. Vom verkehrstechnischen, vom hygienischen und vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus ist aber eine solid gebaute Teerstraße der gebräuchlichen Schotterstraße sehr weit überlegen. Sie ermöglicht glattes rasches Fahren unter größter Schonung des Gummimaterials der Kraftwagen, sie ist Staub- und schlammfrei und das Geräusch des Verkehrs dämpfend, sie ermöglicht die Verwendung auch weniger harter Gesteine zum Straßenbau und in vielen Fällen die Verdrängung des ausländischen Asphalts durch einheimischen Teer. Der Teerschotter, der sich übrigens auch für Fabrikhöfe recht gut eignen wird, dürfte also im Straßenbau noch eine aussichtsreiche Zukunft haben. W. B. [1518]

Betontechnik.

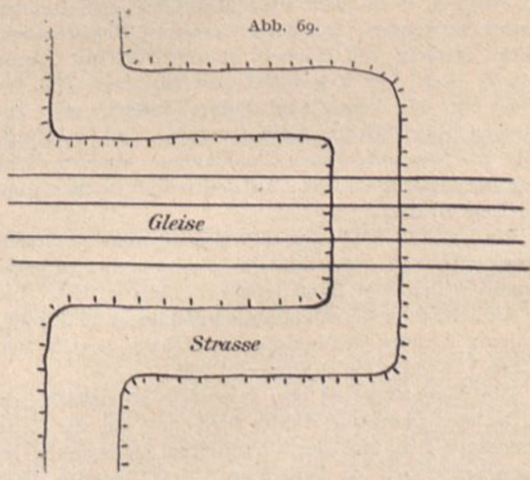
Schmierseife zum Wasserdichtmachen von Beton*). Man kann bekanntlich durch geeignete Zusammensetzung des Betons diesen bis zu einem ziemlich hohen Grade undurchlässig für Wasser machen, und besonders für die Kunststeinherstellung aus Beton gibt es neben wasserdichten Anstrichen eine Reihe von Zusatzmitteln, die den Beton wasserdicht machen, teils indem sie die Poren schließen und teils indem sie in der Betonmasse wasserunlösliche Verbindungen bilden. Als einfachstes und billigstes dieser Dichtungsmittel wird ein Zusatz von Schmierseife zum Beton empfohlen, die mit dem im Beton enthaltenen Kalk die in Wasser nicht lösliche Kalkseife bildet. Brauchbar ist indessen nur die Kaliseife, die gewöhnliche Schmierseife, während Natronseifen, Kernseifen und die daraus hergestellten Seifenpulver nicht in dem gewünschten Sinne wirken. Die Seife wird dem zum Anmachen des Betons zu benutzenden Wasser zugesetzt, und zwar genügt ein Zusatz von 1—2%; mehr Seife zu nehmen ist schädlich, weil dabei der Beton leicht zu schnell abbindet und weniger fest wird. Ein einfaches Anstreichen fertiger Betonwaren mit Seifenwasser, das auch mehrfach versucht worden ist, hat nur eine geringe Wirkung von kurzer Dauer, dagegen genügt der angegebene geringe Seifenzusatz zum Anmachwasser durchaus zur Erzielung praktisch wasserundurchlässiger Betonrohre, Dachplatten usw. B. [1424]

Eisenbahnwesen.

Was kostet ein D-Zug? Eine Schnellzuglokomotive neuester Bauart mit einer Höchstgeschwindigkeit von etwa 100 km in der Stunde wiegt ohne Tender 75 000 kg und kostet**) etwa 95 000 M., der dazu gehörige Schnellzugtender im Gewicht von 46 000 kg kostet 15 000 M., und der vierachsige Zugführerwagen für D-Züge stellt sich auf 37 000 M. Ein Personenwagen für D-Züge mit vier Achsen enthält 34 Sitzplätze erster und zweiter Klasse und kostet 52 000 M., ein ähnlicher Wagen für 51 Sitzplätze, der auch Abteile dritter Klasse enthält, kostet 50 000 M., und ein Personenwagen dritter Klasse für D-Züge mit 64 Sitzplätzen kostet 42 000 M. Dazu kommt bei Tageszügen gewöhnlich noch ein Speisewagen, dessen Herstellungskosten etwa 55 000 M. betragen, und bei Nachtzügen der Schlafwagen im Werte von 50 000—70 000 M., so daß der Gesamtwert eines D-Zuges etwa 300 000 bis 350 000 M. beträgt. Der Wert der in den gewöhnlichen Personenzügen verkehrenden, meist älteren Eisenbahnfahrzeuge ist naturgemäß erheblich geringer, immerhin kostet noch die Lokomotive mit Tender 48 000—50 000 M., und der Wert der Personenwagen schwankt zwischen 6000 und 13 000 M., während auf den Zugführerwagen noch etwa 4000 M. zu rechnen sind. Da der Bestand der deutschen Eisenbahnverwaltungen an Personenwagen ungefähr 45 000 beträgt, ist schon ein ganz gewaltiges Anlagekapital allein in diesem Teil des rollenden Materials festgelegt, und dieses Kapital muß noch ständig steigen mit den fortwährend wachsenden Anforderungen, die an die Leistungsfähigkeit und Ausstattung der Personenwagen gestellt werden. -n. [1442]

Neuartige Sicherung von Eisenbahnübergängen. (Mit einer Abbildung.) Die Kreuzungen von Eisenbahngleisen und Landstraßen sind besonders für Kraftwagen und andere schnellfahrende Fuhrwerke gefährlich, wenn bei Dunkelheit die Gleise nicht schon aus größerer Entfernung deutlich erkennbar sind. In Amerika hat man nun neuerdings mit der in beistehender Schemaskizze veranschaulichten einfachen Sicherung versucht, diese Gefahr zu mindern. Die Straße wird nicht in ihrer durchgehenden Richtung über die Gleise geführt, sondern kurz vor diesen im rechten Winkel abgebogen,

Abb. 69.



Sicherung eines Eisenbahnüberganges durch Knickung der Straße.

so daß die scharfe Biegung schon von selbst das Fahrzeugt zwingt, seine Geschwindigkeit zu verlangsamen. Bei der kurzen Fahrt längs der Gleise wird dann der Führer ohne weiteres diese und etwa ankommende Züge erkennen können, und er ist auch bei der langsamen Fahrt leicht in der Lage, wenn nötig, zu halten, ehe das Fahrzeug die Gleise erreicht. Durch die üblichen Warnungstafeln und Signallichter kann die Wirksamkeit dieses einfachen Zwangsmittels zum Langsamfahren an der gefährlichen Stelle unterstützt werden, und die Gefahr, die in der sehr scharfen Straßenbiegung liegt, läßt sich wohl in vielen Fällen dadurch

*) *Tonindustrie-Zeitung* 1916, S. 80.

**) *Deutsche Eisenbahntechniker-Zeitung*, 1916, S. 44.

etwas mildern, daß man den rechtwinkligen Knick der Straße durch einen etwas stumpfwinkligeren ersetzt. Bst. [1492]

Photographie.

Das Wasser in der Photographie. Vor noch nicht langer Zeit wurde in Inseraten von Fachgeschäften und Hotels als besonderer Vorzug angeführt: „Dunkelkammer für Amateurphotographen im Hause". Heute entzöge Baedeker jedem Hotel, das nicht eine Dunkelkammer aufzuweisen hätte, den Stern, und daß photographische Fachgeschäfte nicht ohne Dunkelkammer zu denken sind, bedarf keines Nachweises. Also Dunkelkammern findet man überall; damit hält der Durchschnittsmensch alle Vorbedingungen zum erfolgreichen Photographieren für erfüllt. Weit gefehlt! Zwar all die Flaschen und Fläschchen, welche die Zierde manchen geheimen Kämmerleins bilden, braucht ein Photograph nicht mehr überall mitzuschleppen, wie zur Zeit des „nassen Verfahrens". Beinahe sämtliche photographische Chemikalien sind in Tabletten- oder Patronenform käuflich. Man braucht diese nur in der notwendigen Menge Wasser aufzulösen, um ein Bad fertigzumachen. Sollte zum Auflösen Wärme nötig sein, so ist selbst die Spiritusflamme entbehrlich, denn es gibt ja Hartspiritus. Bloß Hartwasser gibt es noch nicht, wenigstens nicht zu der Zeit, wo der Amateur am meisten tätig ist, im Sommer. Wasser gibt es außer in der Sahara und auf dem Hohen Fläming überall. Aber Wasser und Wasser bleibt ein Unterschied. Häufig ist das der Grund, weshalb eine sonst gut gelungene Aufnahme als verdorben ausgemerzt wurde. Jede Hausfrau weiß, daß sich Erbsen nicht in jedem Wasser weich kochen lassen, und daß man Wäsche nicht mit Brunnenwasser waschen kann. Letzteres ist nicht nur zum Wäschewaschen und Erbsenkochen, sondern auch zum Photographieren wenig geeignet. Man darf nur weiches, d. h. nicht viele Kalksalze enthaltendes Wasser verwenden. Ein guter Ersatz ist Regenwasser, wofern es nicht von Dächern stammt, die mit Pappe gedeckt sind. Der Regen löst nämlich einen Teil des Teeres auf; das Wasser wird dadurch intensiv gelb, zumal wenn das Dach frisch geteert wurde, und beeinflußt nicht nur die aufgelösten Chemikalien, sondern färbt auch die Gelatineschicht. Auf jeden Fall filtriere man das Regenwasser.

Ein Teil der Kalksalze läßt sich aus dem Brunnenwasser entfernen, wenn man das Wasser etwa eine halbe Stunde sieden und dann langsam erkalten läßt. Die Kalkabscheidung geschieht am ausgiebigsten in Töpfen, an deren Wänden sich bereits eine tüchtige Schicht von Salzen („Kesselstein") abgesetzt hat.

Die Wasserfrage ist also keinesfalls so einfach, wie die meisten glauben. Häufig wird man auf der Reise gezwungen sein, sich der allergrößten Sparsamkeit im Wasserverbrauch zu befleißigen. Der Gedanke liegt nahe, zu Fixiernatronzerstörern zu greifen, um das Auswaschen der Platten zu verhüten. Leider sind die Präparate dieser Art nicht nach jeder Richtung hin einwandfrei; sie zerstören wohl das Fixiernatron, lassen aber in der Bildschicht Stoffe zurück, die zum Teil viel schädlicher wirken als kleine Reste des Fixiersalzes. Wo man mit dem Wasser geizen muß, wasche man stets derart, daß die in der Schale liegende Platte mit wenig Wasser übergossen und dann jedesmal 5 Minuten kräftig geschaukelt wird. Wiederholt man dies fünf- bis sechsmal und läßt dann zum Schluß die Platte noch eine halbe Stunde in der mit Wasser gefüllten Schale liegen, so werden keine nennenswerten Spuren von Fixiernatron in der Schicht zurückbleiben.

Im Hochsommer tritt in Wasserleitungen mitunter die sogenannte Wasserblüte auf: das Wasser ist durch Milliarden kleiner Algen verunreinigt, welche sich überall absetzen und Platte sowie Abzüge mit feinem, grünem Schleier überziehen. In Brauereien und ähnlichen industriellen Anlagen pflegt man dieser Plage dadurch entgegenzutreten, daß man das Wasser in großen Behältern mit schwefelsaurer Tonerde und Soda versetzt und den sich bildenden Niederschlag abfiltriert.

Vielleicht bringt uns die Zukunft auch noch chemisch reines Hartwasser, so daß dann der Amateurphotograph aller Wassersorgen enthoben ist.

Fritz Hansen. [1381]

BÜCHERSCHAU.

Lüftung und Heizung. Von Dipl.-Ing. Hermann Recknagel. Leipzig 1915. Verlag von S. Hirzel. 211 Seiten. Preis geh. 9 M., geb. 10 M.

Das vorliegende reich und gut illustrierte Werk gehört zu dem bekannten von Rubner, Gruber und Ficker herausgegebenen Handbuch der Hygiene, ist also in erster Linie für Hygieniker und Ärzte bestimmt, eignet sich aber ebensogut zum Studium und als Nachschlagebuch für Techniker im weitesten Sinne des Wortes. Wer überhaupt theoretisches oder praktisches Interesse an einem der beiden Gebiete hat, kann sich durch das Recknagelsche Buch von der Theorie bis zum Betrieb der Anlagen unterrichten.

Das Kapitel „Heizung" mit Einzel-, Zentral- und Fernheizung ist besonders eingehend besprochen, und die Leser werden dem Verfasser dankbar sein, daß er komplizierte Berechnungen, wie sie das Verständnis in anderen, das gleiche Thema behandelnden Werken so oft erschweren, möglichst vermieden hat.

Dr. H. Wiesenthal. [1266]

Die Ausbildung für den technischen Beruf in der mechanischen Industrie (Maschinenbau, Schiffbau, Elektrotechnik). Herausgegeben vom Deutschen Ausschuß für technisches Schulwesen. Zweite Auflage, 1915. B. G. Teubner, Leipzig und Berlin. Preis 50 Pf.

Ein Ratgeber für die Berufswahl, der die verschiedenen Arten der technischen Berufstätigkeit auf dem Gebiete der mechanischen Industrie kurz erörtert, die Anforderungen an die Vorbildung für die verschiedenen technischen Bildungsanstalten bespricht, ein „Merkblatt für die praktische Ausbildung in mechanischen Werkstätten" und eine Übersicht über die technischen Bildungsanstalten in Deutschland gibt. Diese Übersicht ist nicht vollständig, manche Privatanstalten, deren wir in Deutschland nur zu viele haben, sind nicht erwähnt, der Ausschuß dürfte seine Gründe dafür gehabt haben, und seine Warnung vor hochklingenden Titeln mancher Schulen ist durchaus berechtigt. Der junge Mann, der sich einem technischen Berufe zuwenden will, wird gut daran tun, das Büchlein zu Rate zu ziehen. Eine Erweiterung möchte ich aber der nächsten Auflage wünschen, einen von einem praktischen Psychologen, einem Psychotechniker, geschriebenen Abschnitt, der kurz und leicht verständlich die psychischen Anforderungen erläutert, die an einen jungen Mann zu stellen sind, der sich mit der Aussicht auf guten Erfolg der Technik widmen will. Weit mehr als bisher muß in Zukunft der Psychologe bei der Berufswahl zu Worte kommen, und bei den technischen Berufen wird er es zuerst können, da die moderne Psychologie gerade auf technische Dinge und besonders auf die Personenauswahl schon vielversprechende praktische Anwendung gefunden hat. O. Bechstein. [1491]